

ઉદ્ઘાટન

આ પુસ્તકની યોજના એવી છે કે દર વર્ષે આ પુસ્તકનો એક ભાગ બહાર પાડી ૧૦ વર્ષમાં આખું પુસ્તક પૂરૂં કરવું. તે પ્રમાણે ઈ. સ. ૧૯૩૪ મા **ભા. ૧ લો: સૂર્યગણિત** (સૂર્યના આકાશના સ્થાનનું ગણિત) અને ૧૯૩૫ માં **ભા. ૨ જો: સૂર્યદર્શન** (સૂર્યોદયાસ્ત, છાયા ઉપરથી સમય, ઇ. નું ગણિત) બહાર પડયા હતાં અને આજે ૧૯૩૬ માં **ભા. ૩ જો: ચંદ્રગણિત** (ચંદ્રના આકાશના સ્થાનનું ગણિત) અને **ભા. ૪: ગ્રહણગણિત** (ચંદ્રગ્રહણ અને સૂર્યગ્રહણનું ગણિત એક સાથે બહાર પડે છે. આથી હવે બીજા કોઈ પણ પુસ્તકની મદદ વગર માત્ર આ ચાર ભાગની ઉપરથી હાલના અથવા સેંકડો વરસ પહેલાંના કે પછીના કોઈ પણ ગ્રહણનું ગણિત વાચક કરી શકશે. ગ્રહણોનુ ગણિત ચમત્કારિક અને વ્યવહારમાં મહત્ત્વનું છે એ જોતા વાચકે આત્યાર સુધીમાં ખગોલગણિતની ઠીક ઠીક મજલ કાપી ગણાય.

હવે પછીના (૫ મા) ભાગમા ગ્રહણનુ ભૂમંડલીય ગણિત અને કેટલીક પરચુરણ બાબતો આવશે.

ચદ્રગણિત અત્યત લંબાણ અને જટિલતાવાળું છે. બધા આકાશીય પદાર્થોમાં ચંદ્રની ગતિ અતિ વિચિત્ર છે. પૃથ્વી અને સૂર્યના સંયુક્ત આકર્ષણ નીચે તેને ફરવું પડે છે, તેથી તેની ગતિ બહુજ ગુંચવણવાળી થઈ જાય છે. આને લીધે ઘણા પ્રાચીન કાળથી ચંદ્રની ગતિ ખગોળશાસ્ત્રીઓને મુંઝવતી આવી છે. ચંદ્રગણિતમાં અનુભવને પરિણામે જણાઈ આવતા ફેરફારો વારંવાર કર્યા છતાં ઠેઠ હાલના જમાના સુધી તેનુ સંતોષકારક પરિણામ આવ્યુ ન હોતુ. પણ ઇ. સ. ૧૬૮૭ માં **ન્યૂટને** શોધી કાઢેલા ગુરુત્વાકર્ષણના ગણિતથી

ખગોળગણિતનો અંધકારમય પ્રદેશ પ્રકાશિત થઇ ગયો * આ પહેલાનું ગણિત બધા દેશોમા માત્ર અખતરા રૂપે હતું. તેમા અનુભવ મુજબ ફેરફારો કરવામા આવતા ખરા, પણ એ બધા ગણિતના આધારરૂપ કોઇ નિયમ જણાવામા આવ્યો ન હતો

ગુરુત્વાકર્ષણના ગણિતની શોધ પછી તે ગણિતને આધારે રચાયેલું પહેલવહેલું ચંદ્રગણિતનું પુસ્તક ઇ. સ. ૧૭૫૨ મા ક્લૅરો (Clairaut)નું બહાર પડ્યું. ત્યાર પછી સોએક વર્ષમા એ પ્રકારનાં બીજાં કેટલાક પુસ્તકો બહાર પડ્યા, પણ પ્રત્યક્ષ વેધ (અવલોકન) સાથે સંતોષકારક રીતે મળી રહે એવું પુસ્તક તો હૅન્સન (Hansen)નું ૧૮૫૭ મા બહાર પડ્યું આ પુસ્તક ખૂબ લોકપ્રિય થયું. બીજું એક સારું પુસ્તક ડિલૉને (Delaunay) ના સિદ્ધાંત પ્રમાણે રૅડો (Radau) ની દેખરેખ નીચે ૧૯૧૧ મા બહાર પડ્યું.

---

* હજુ પણ ચંદ્રગણિત વિષે આપણને પૂર્ણ જ્ઞાન થયું છે એમ કહી શકાય નહિ, કારણ કે છેલ્લા સંશોધન પછી પણ ચંદ્રમા ૭ વિકલાનો ફરક માલુમ પડ્યો છે. ૭ વિકલા એટલે ચંદ્રબિંબની પહોળાઈનો લગભગ ૩૦૦ મો ભાગ. તેને લીધે ગ્રહણોમા માત્ર ૦। મિનિટનો ફરક પડે છતા આટલો પણ ફરક એ આપણા જ્ઞાનની અપૂર્ણતા બતાવવા પૂરતો છે જુઓ —

Lately the difference from the mean has mounted to about 7."

* * *

The last word has not been yet said on the values of these constants

* * *

While many efforts have been made in the past to represent the motion of the moon by gravitational theory alone, it is now admitted

પણ આ બધા કરતા ઘણા વધારે સૂક્ષ્મ સિદ્ધાંતો પર રચાયેલુ અને ગણિતની ઘણી વધારે ઝીણવટવાળું પુસ્તક બ્રાઉન (Brown) નુ છે બ્રાઉને ૧૯૦૧ થી ૧૯૦૮ સુધી આઠ વર્ષ સતત મહેનત લઈને ચદ્રગતિનું બહુજ બારીક સશોધન કર્યું. તેને પરિણામે તેને વિશ્વ વિખ્યાત 'ગોલ્ડ મેડલ' મળ્યું ગણિતશાસ્ત્રમા પ્રથમ પક્તિની શોધખોળ કરનારને જ આ ઇનામ આપવામા આવે છે. પોતાની શોધખોળ મુજબના ગણિત પ્રમાણે ચદ્રગણિતના કોષ્ટકો રચવા માટે અમેરિકાની યેલ યુનિવર્સિટિના આશ્રય તળે અનેક મદદગારોની અને ગણનરીના યત્રોની મદદથી ૧૯૦૮ થી ૧૯૧૮ સુધીના ૧૦

---

that this cannot be done completely. When we attempt to represent ancient and modern observations by the same set of constants it is found that, whatever adjustments be made, there is some disagreement with theory The same is true of modern observations There are oscillating differences which do not correspond to any theoretical gravitational terms, and they are large enough to exclude the possibility of being due to errors either in the theory or in the observations

Brown's Tables, Preface, p X—XI

આપણા બધા વૈજ્ઞાનિક જ્ઞાન છતા તે જ્ઞાનની અપૂર્ણતા જણાવવા આ પુરતુ છે ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણ પ્રમાણે ગણિત કરતા બુધમા આવતો ૧ કળાનો ફરક આઇન્સ્ટીનના સાપેક્ષતાવાદથી જ મટયો, તેવી રીતે ચદ્રમા આવતો આ ફરક ખગોળશાસ્ત્રના કોઇ નવા જ તત્ત્વના જ્ઞાનથી કદાચ મટશે'

વર્ષ સતત પરિશ્રમ કરી ચંદ્રગણિતનાં કોષ્ઠકનું પુસ્તક ઈ. સ. ૧૯૧૯ માં તેણે બહાર પાડ્યું. તેમાં આ **ખગોલગણિતનાં** પૃષ્ઠો કરતાં ચાર ગણા મોટાં ૭૦૦ પૃષ્ઠો ખીચોખીચ કોષ્ઠકોથી ભરેલાં છે. તેના ત્રણ ભાગ છે અને તેની કુલ કિંમત લગભગ ૭૦ રૂપિયા છે. *

આપણામાં સ્વ. છત્રેએ '**ગ્રહસાધનકોષ્ઠકો**' માં આપેલું ચંદ્રગણિત ૧૭૫૦ ની લગભગમાં બહાર પડેલ **બર્ગ** (Berg) ના પુસ્તકને આધારે છે. ત્યાર પછી સ્વ. કેતકર, શ્રી. પવાર, શ્રી. દફતરી, શ્રી. આપ્ટે, ઇ. એ પોતાનાં પુસ્તકોમાં આપેલું ચંદ્રગણિત હૅન્સનને આધારે છે. અમારું ચંદ્રગણિત બ્રાઉનને આધારે છે.

આમ કરવાનું અમારું કારણ સ્પષ્ટ છે. બ્રાઉન આ વિષયમાં સૌથી વધારે અદ્યતન છે અને સ્પષ્ટ રીતે તે હૅન્સન ઉપર સુધારા રૂપે છે. તે હૅન્સન કરતાં સિદ્ધાંતમાં વધારે શાસ્ત્રીય અને ગણિતમાં વધારે સૂક્ષ્મ છે. આથી જ અમારું ચંદ્રગણિત આપણામાં અત્યાર સુધીમાં બહાર પડેલાં પુસ્તકોના ચંદ્રગણિત કરતા વધારે સૂક્ષ્મ બન્યું છે.

બ્રાઉનનો હેતુ વિકલા+ પર્યંત સૂક્ષ્મતા લાવવાનો છે, આને માટે તે ૦·૦૦૧ વિકલા સુધીના બધા સંસ્કાર આપે છે. આ રીતે તે સ્પષ્ટ ચંદ્ર માટે ૭૨૬, શર માટે ૬૧૩ અને પરમલંબન માટે ૨૨૫ સંસ્કાર આપે છે; આને માટે તે અનુક્રમે ૧૦૧, ૪૩ અને ૨૮ કોષ્ઠકો આપે છે [કદાચ વધારે ચોક્કસ ભાષામાં ૭૨૬ વગેરેને પદો (terms) અને ૧૦૧ વગેરેને સંસ્કારો (corrections) કહી

* Tables of the motion of the moon by E. W. Brown, published by Yale University Press, New Haven, 1919.

+ પારિભાષિક શબ્દોનું અંગ્રેજી અને સમજણ ઉપપત્તિને આરંભે આપ્યાં છે.

શકાય]. આ ૭૨૬ પૈકી ૨૩ પદોને લઇને તેઓને માટે ૫ કોષ્ટક (કો. ૩ થી ૭) અમારે પોતે સ્વતંત્ર રીતે બનાવી લેવાં પડયાં છે. આમ વ્યાવહારિક દષ્ટિએ જોતાં આ આખા વિરાટ પુસ્તકમાંથી ૨૩ પદો સિવાય અમને કંઇજ ઉપયોગી નીવડયું નથી એમ કહી શકાય.

ખગોલગણિતનાં ૩૦૦૦ પૃષ્ઠો ભરાય એટલાં કોષ્ટકોનો અત્યંત સંક્ષેપ કરવો અનિવાર્ય હતો એમાં કંઈ શક નથી, પરંતુ એ સંક્ષેપ પણ અશકય હતો તેનું કારણ આ પ્રમાણે છે. બ્રાઉનનાં કોષ્ટકોનો ઉદ્દેશ નાટિકલ માટે દૈનિક ચંદ્ર, તેનો શર, ઇ. તૈયાર કરવાનો છે અને આને માટે જે રીતે સૌથી વધારે સરળતા થાય તે રીતે તેણે પોતાનાં કોષ્ટકોનાં ઉપકરણો (arguments) ગોઠવ્યાં છે. આમ બ્રાઉનનાં કોષ્ટકો દૈનિક ચંદ્ર કાઢવા માટે ખૂબ અનુકૂળ હોવા છતાં ગ્રહણાદિ માટે કોઈ વખતનો ચંદ્ર કાઢવા માટે અને ખાસ કરીને કલા પર્યંતજ સૂક્ષ્મતા માટે અત્યંત લંબાણવાળાં છે.

અમારો ઉદ્દેશ ચંદ્રમાં કલા પર્યંતની સૂક્ષ્મતા લાવવાનો હોવાથી અમે ચંદ્રના ૧૫ વિકલા કરતાં નાના બધા સંસ્કાર છોડી દીધા છે. આથી બ્રાઉનનાં ૭૨૬ પૈકી ૨૩ પદો જ અમારે લેવાં પડયાં છે. આ ૨૩ પદોના ૨૧ સંસ્કાર થયા છે અને તેને માટે ૫ કોષ્ટક (કો. ૩ થી ૭) નીજ જરૂર પડે છે, તે માટેની સમજણ લે. ૬ થી ૯ની ઉપપત્તિમાં જોવી.

સારાંશ, લે. ૨ ની ઉપપત્તિમાં આપેલા ક્ષેપક, ગતિ અને કાલાંતરનાં પદો (terms) અને લે. ૬ થી ૯ની ઉપપત્તિમાં આપેલાં સ્પષ્ટચંદ્ર કરવા માટેના ૨૩ પદો—આટલું જ, માત્ર પદોના રૂપમાં અમને બ્રાઉનમાંથી ઉપયોગી થયું છે. તે ઉપરથી કોષ્ટકો તો અમારે પોતે સ્વતંત્ર રીતે જ બનાવી લેવાં પડયાં છે.

શર, દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ, બિંબ અને પરમ લંબનમાં તો અમારે બધું સ્વતંત્ર રીતે જ આપવું પડયું છે બ્રાઉનની યોજના દૈનિક

ચંદ્ર આપવાની હોવાથી તેને દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ જુદી કાઢવાની જરૂર રહેતી નથી. બિંબ પરમલંબનમાંથી તરત જ નીકળતું હોવાથી (જુઓ સે. ૧૨ ની ઉપપત્તિ) તે પણ ધ્રાફ્રુને આપ્યું નથી, શર અને પરમલંબન એ દરેકને સ્પષ્ટચંદ્રની પેઠે સ્વતંત્ર રીતે જ ધ્રાફ્રુ કાઢે છે, આનું કારણ એ છે કે નાટિકલ આ બધાં ગણિતોને દૈનિક આપે છે અને પોતાના કાર્યાલયમાં એ બધાં ગણિતોને સ્વતંત્ર રીતે ગણવા પુરતા માણસો રોકી શકે છે. પણ આપણને સ્પષ્ટચંદ્ર વગર શરની કે સ્પષ્ટ ગતિ વગર પરમલંબનની કદી જરૂર પડતી નથી અને સ્પષ્ટચંદ્ર પરથી શર અને સ્પષ્ટગતિ પરથી પરમલંબન બહુ સહેલાઇથી નીકળી શકે છે એટલે અમે પણ એજ રીતે આ બે ગણિત આપ્યાં છે.

ગ્રહણ જેવા થોડા પ્રસંગ સિવાય અત્યંત સૂક્ષ્મ ચંદ્રની જરૂર હોતી નથી, તેથી આપણા અર્વાચીન ગ્રંથકારો ચંદ્રની બે રીતો આપે છે, એક સરળ અને બીજી સૂક્ષ્મ. અમે તેમ જ કર્યું છે. અમારી સરળ રીત બીજા ગ્રંથોના જેટલી જ સરળ અને સૂક્ષ્મ (૪-૫ કલા સુધીના તફાવત વાળી) છે. અમારી સૂક્ષ્મ રીત બીજા ગ્રંથોના કરતા સહેજ જ વધારે લાંબી છે, પણ તેના પ્રમાણમાં ઘણી વધારે સૂક્ષ્મ છે ઉદાહરણ વાળો અમારો ચંદ્ર નાટિકલ સાથે વિકલા પર્યંત મળી ગયો છે, પણ સામાન્ય રીતે થોડી વિકલાનું અંતર રહેશે, કારણ કે અમે ૧૫ વિકલા કરતા નાના સંસ્કારો છોડી દીધા છે, તેનાથી ધન અને ઋણ સંસ્કારો પરસ્પર રદ જતા પણ થોડી વિકલાઓનું અંતર સામાન્ય રીતે રહેવાનું. પણ અમારા ચંદ્રમાં કલા પર્યંતની સૂક્ષ્મતા તો હંમેશા રહેવાની જ. કલા પર્યંતની સૂક્ષ્મતા માટે આ કરતાં ટુંકું ગણિત નહિ જ ચાલે એમ અમને લાગવાથી આટલું ગણિત અમારે રાખવું પડ્યું છે. કેટલાક ગ્રંથકારો લાબે અંતરે ઉપકરણો લઇને બે ઉપકરણનાં કોષ્ટકો ચંદ્રના સંસ્કાર માટે અને ગ્રહણોના કેટલાક ગણિત માટે આપે છે, પણ આ ઉપર-

થોડુંક કાળનાં ઈષ્ટ-સૂક્ષ્મતા જળવાતી નથી, આથી ૧ અંશને અંતરે એક જ ઉપકરણનાં કોષ્ટકો અમે આપ્યાં છે.

અગાઉના બે ભાગોની પેઠે આ ભાગમાં પણ ગણિતની પછી ઉપપત્તિ આપી છે. ભા.૩ માં આપેલા આંકડાનાં શાસ્ત્રીય કારણો આપવાં એટલે તો આખા ચંદ્રગતિસિદ્ધાન્ત (Lunar Theory) ને આપવા જેવું થાય. એ અહિં અશક્ય છે, તેથી જે આંકડા અને સૂત્રો (formulae) ઉપરથી કોષ્ટકો બનાવ્યાં છે તથા રીતો આપી છે, તે આંકડા અને સૂત્રો જ તેમાં આપ્યાં છે, જેથી પુસ્તકની રીતો અને કોષ્ટકો એ મુજબ છે કે નહિ તેની ખાત્રી વાચક કરી શકે અને કોષ્ટકના કોઈ આંકડામાં ભૂલચુક જેવું લાગે તો તેને સુધારી પણ શકે. તેજ પ્રમાણે ભા. ૪ માં ગ્રહણોના સ્પર્શ, મોક્ષ, ગ્રાસ, ઇ૦ કેવી રીતે થાય તેની આકૃતિઓ અને તેની સમજણ આપી હોત તો તે અત્યંત મનોરંજક થાત, પણ તેમ કરવાથી ખૂબજ વિસ્તાર થઈ જાય છે એમ લાગવાથી તે વિચાર છેવટની ઘડીએ છોડી દીધો છે અને આ ગણિત માટે સિદ્ધ થયેલાં સૂત્રો (formulae) પરથી અમારૂં ગણિત અને અમારા કોષ્ટકો કેવી રીતે આવે છે તેટલું જ બતાવીને સંતોષ માન્યો છે, (જેથી અમારા કોષ્ટકોમાં કોઈ ઠેકાણે ભૂલચૂક જેવું વાચકને લાગે તો તે સુધારી શકે), કારણ કે ખરી રીતે આ પુસ્તક ગણિતનાં તત્ત્વો (theory) સમજાવવા લખેલું નથી, પણ ગ્રહણાદિ ચમત્કારોનું ગણિત વ્યાવહારિક (practical) રીતે કેમ કરવું તે બતાવવા લખેલું છે, તેથી ઉપપત્તિ બિલકુલ ન આપી હોત તો પણ ચાલત. તેમ છતાં આ વિષયના તત્ત્વો અને ગણિતમાં વિદ્યાર્થીને રસ ઉપજે થાય એ હેતુથી જ્યાં બહુ વિસ્તાર થઇ જવાનો ભય ન હોય ત્યાં ઉપપત્તિ આપી છે. [*]

---

[*] આના ઉદાહરણ તરીકે સૂર્યગ્રહણના મધ્યકાળ અને પરમ ગ્રાસ માટે **ઉપપત્તિમાં** આપેલી બીજી રીત જુઓ. માત્ર

ગણિતની સૂક્ષ્મતા અને તેને માટેનું આવશ્યક ગણિત. આ વિષયનાં અન્ય પુસ્તકો કરતાં આ પુસ્તક વધારે વિસ્તારવાળું છે, તેથી તેનું ગણિત વધારે લાંબું હશે એવું અનુમાન કદાચ કેાઇ કરશે, પણ ખરી રીતે તેમ નથી. જે વિસ્તાર દેખાય છે તે ગણિતનો નથી, પણ ગણિતને અત્યંત સ્પષ્ટતાથી સમજાવવાથી થયેલેા છે. આ વિષયનાં અન્ય પુસ્તકો સંક્ષેપમાં લખાયેલાં છે. તેના કર્તાઓ એમ માનતા જણાય છે કે જ્યાં વિદ્યાર્થીને મુશ્કેલી જણાશે ત્યાં તે ગુરુને પૂછી લેશે. અમારો અનુભવ એવો છે કે આજકાલ આવા ગુરુ દુર્લભ છે અને તેથી વિદ્યાર્થીને પેાતાની મેળે વાંચતાં કોઈ પણ મુશ્કેલી ન રહે તેટલી સમજણ આપતાં ગમે તેટલેા વિસ્તાર થાય તેની ચિંતા અમે કરી નથી.

ગ્રહણેામા ૩ મિનિટ કરતાં વધારે ફરક કદી ન આવે એવા અમારા ગણિતની સૂક્ષ્મતાની મર્યાદા અમે સ્વીકારી છે. આને માટે ચંદ્રમાં ૧ કલા કરતાં વધારે ફરક કદી ન આવવો જોઇએ, અને તે વાસ્તે ૧૫ વિકલા કરતાં મેાટા બધા સંસ્કારો લેવા જોઈએ એમ અમને લાગ્યું છે. ચંદ્રના અને ગ્રહણના ગણિતમાં લાંબે અંતરે લીધેલાં બે ઉપકરણોનાં કોષ્ટકોથી સૂક્ષ્મતાની ઉપલી મર્યાદા સચવાતી નથી, તેથી અમે એક ઉપકરણના કોષ્ટકો આપ્યાં છે એ વિષે પાછળ કહ્યું જ છે, તેમજ ગ્રહણના ગણિતમાં અમુક સૂક્ષ્મતા ન જળવાય તો પણ ઉપલી મર્યાદા જળવાય નહિ એમ લાગ્યું છે. આ બે કારણોને લીધે અન્ય ગ્રંથો કરતાં અમારા ગણિતમાં સહેજ

આ બાબતમાંજ નહિ, પણ જ્યાં અમુક અમુક અંતરે આંકડા આપવામાં આવ્યા હોય ત્યાં તે આંકડો મોટામાં મોટો કે નાનામા નાનો કેટલો અને ક્યારે થશે તે આ રીતથી કાઢી શકાશે. આ રીત ખૂબ બેાધક અને મનોરંજક માલૂમ પડશે. વળી અને માર્ગી ગ્રહો, પ્રૂ૦ અનેક ઉપયોગી ગણિતમાં આ રીતનો ઉપયોગ થઇ શકશે.

વધારે વિસ્તાર થયો છે, પણ તેમ કર્યા સિવાય છૂટકો ન હતો, કારણ કે ગ્રહણોમા ૫ મિનિટનો તફાવત ચલાવી લેવો એ અમને ઠીક લગ્યુ નથી. મોટો ભાગે તો આ તફાવત ૧ મિનિટની અંદર જ આવશે, પણ સેંકડે ૨૫ ગણિતમાં ૨ મિનિટનો અને સેકડે ૫ ગણિતમા ૩ મિનિટનો ફરક આવશે. અમારા ચંદ્રગણિતના ઉદાહરણમા ચંદ્ર નાટિકલ સાથે વિકલા પર્યંન્ત મળી રહ્યો છે, પણ સામાન્ય રીતે તે કલા પર્યંત મળી રહેશે અને થોડી વિકલાઓનો ફરક રહેશે અમારા ચંદ્રગ્રહણ તેમજ સૂર્યગ્રહણના ઉદાહરણનું ગણિત નાટિકલ અને પ્રત્યક્ષ અવલોકન સાથે મિનિટ પર્યંત મળી રહે છે. (જુઓ પુસ્તકમા) આપણા પરંપરાગત ગણિતમા ગ્રહણોમાં ૧॥ કલાક સુધીનો, ચદ્રમા ૩ અંશ સુધીનો અને તિથિઓમાં ૬ કલાક સુધીનો ફરક આવે છે

આપણા દેશમા આ વિષય પર લખાયેલા અન્ય પુસ્તકો અમને એટલા બધા ઉપયોગી થયા છે કે તેઓનો જેટલો આભાર અમે માનીએ તેટલો ઓછો છે, છતા તેઓ તરફની અમારી માનબુદ્ધિમા ક્ષતિ લાવ્યા વગર નમ્ર ભાવે અમારે જણાવવુ જોઈએ કે અમારા ગણિતમા અગાઉના ગ્રથોના ગણિત કરતા વધારે સૂક્ષ્મતા અને સૂક્ષ્મતાના પ્રમાણમા વધારે સરળતા છે આમ બને એ સ્વાભાવિક છે, કારણ કે ભૂતકાળના પ્રયત્નોનો લાભ લઇને વર્તમાન હમેશા આગળ વધે છે. આમ ન હોત તો હુ આ પુસ્તકને પ્રકાશિત કરવાનુ સાહસ કરત નહિ *

---

* The calculation and publication of new tables can not be justified unless they shall possess a theoretical and practical accuracy greater than that of those previously in existence Further, their form and content should be such

હિંદુસ્તાનના અન્ય પ્રાંતોમાં આ વિષયનાં ઘણાં પુસ્તકો છે અને તેમાં આ વિષયનો ઘણો પ્રદેશ આવે છે, અને ગુજરાતીમાં તો આ પહેલું જ પુસ્તક છે, તેથી એ દૃષ્ટિએ જોતાં આ વિષયમાં ગુજરાતી ભાષા પછાત છે. પણ જો થોડું આ પુસ્તક દ્વારા લખાયું છે તેની શાસ્ત્રીય યોગ્યતાને લીધે હવે ગુજરાતી ભાષા આ વિષયમાં અન્ય ભાષાઓની પંક્તિમાં બેસી શકશે એમ મને લાગે છે. સામાન્ય શિક્ષણવાળા લોકો પણ આ પુસ્તકનો લાભ લઇ શકે એટલા માટે આ પુસ્તકના અગાઉના બે ભાગની પેઠે આ બે ભાગનું ગણિત પણ માત્ર સરવાળા બાદબાકીથી જ થાય એમ ગોઠવ્યું છે. સાદા ગુણાકાર ભાગાકાર પણ ક્વચિત જ આવે છે અને તે બહુ ટુંકા હોય છે. અપૂર્ણાંક કે દશાંશની જરૂર પડતી નથી. ચંદ્રગણિત સહેજ લાંબું હોવાથી તે બધું અંશ અને તનુ (અંશના ૧૦૦૦૦ મા ભાગ) માં કરેલું હોવાથી દશાંશના ઉપયોગ વગર તેની સરળતા મળે છે.

આ પુસ્તક આખા હિંદુસ્તાનમાં ઉપયોગી થાય તેટલા માટે તેને હિંદીમાં લખવાની સૂચના હજુ કેટલાક મિત્રો તરફથી થતી રહે છે. પણ મને ભય છે કે હિન્દુસ્તાનને પહોંચવાનો પ્રયત્ન કરવા જતા ગુજરાતને પહોંચવાની તક પણ હું ગુમાવીશ. ઉપરાંત ભાષા ગુજરાતી પણ લિપિ બાળબોધ રાખવાની સૂચના છે, તે સારી છે, પણ અમદાવાદમાં આને માટે બીબાંની સગવડ નહિ હોવાથી, આવાં પુસ્તકો બહારગામ છપાવતાં છાપની બહુ ભૂલો રહી જતી હોવાથી અને મારાથી અમદાવાદ બહાર જઇ શકાય એમ નહિ હોવાથી આ વિચાર આ વખતે તો અમલમાં મૂકી શકાયો નથી.

---

that the labour of computing from them shall not be excessive.

Brown's Tables, Preface, p. VI.

ગુજરાતમાં આવાં શાસ્ત્રીય પુસ્તકોના વેચાણમાંથી તેની છપામણીનો અલ્પાંશ પણ મળતો નથી. તેથી જેઓ આ પુસ્તક છપાવવામાં અમને આર્થિક મદદ કરે છે તેનો અમે આભાર માનીએ છીએ. છેલ્લો ભાગ છપાયા પછી તેની છપામણી પેટે શ્રી. ભોગીલાલ કેશવલાલ પટવા તરફથી રૂ. ૫૦ મળ્યા છે તેને માટે અમે એમના આભારી છીએ.

આ પુસ્તકની ભૂલચુક વિષે અથવા બીજી ઉપયોગી સૂચના મને કરવામાં આવશે તો હું આભારી થઈશ.

શુદ્ધિપત્રક પ્રમાણે સુધાર્યા પછી જ પુસ્તક વાંચવા વિનતિ છે.

કર્તા



અનુક્રમ

ભાગ ૩ જો : ચંદ્રગણિત

ભાગ ૪ થો : ગ્રહણગણિત

શુદ્ધિપત્રક અને પૂરવણી

પૃ.	લી.	અશુદ્ધ	શુદ્ધ
૯	૬	ક્ર. સં.–૨	ક્ર. સં.–૦
૧૬	૮	લે. ૧૨	લે. ૧૧
૧૬,૧૭		લે. ૧૩ નો આંકડો બેવડાયો છે.	
૪૨	૩	ભા. ૧૩	ભા. ૩
૪૩	૧૯	ગ્રહણમધ્ય	કાઢી નાખો
૪૮	છેલ્લી	બિંદુને	મધ્યબિંદુને
૫૧	૧૭	૧૦	૧૦૦૦૦૦
૫૧	૨૫	૧૦	૧૦૦૦૦૦
૫૨	છેલ્લી	૫૩.	૫૩ ક.
૫૫	૨૧	૨૨૩	૪૦૩
૫૫	૨૨	૭ મિ.	૧૩ મિ.
૫૫	૨૪	૭ મિ.	૧૩ મિ.
૫૫	૨૩	૨૫ મિ.	૧૯ મિ.
૫૬	૨૬	પર્વકાળ ૧ ક. ૫૪ મિ.	પર્વકાળ ૩ ક. ૪૮ મિ.
૭૦	૨૧	સમયાંકોના	બધા સમયાંકોનાં
૭૩	૧૭	ભા. ૩	ભા. ૪
૯૦	૨	૭૫૯	૭૫૮

(અનુસંધાન પૃ. ૯૪ મે)

ખગોળગણિત

ભાગ ૩ : ચંદ્રગણિત

પ્રકરણ ૧ લું : મધ્યમ ચંદ્ર, ચંદ્રનીચ અને રાહુ

૧. સ્પષ્ટ ચંદ્ર, તેનો શર, વગેરે કાઢવા માટે પહેલા મધ્યમ ચંદ્ર, ચંદ્રનીચ અને રાહુ કાઢવા પડે છે, તેની રીત નીચે પ્રમાણે –

પહેલાં ખગોળ ગણિત ભાગ ૧, પ્રકરણ ૧, તથા ભાગ ૨, પૃ૦ ૩ થી ૫ પ્રમાણે ઇષ્ટકાળનો અવધિ કાઢો. *

૨. કોઠક ૧ માં મધ્યમ ચંદ્ર, ચંદ્રનીચ અને રાહુની ગતિઓ આપેલી છે તે ઉપરથી તેઓની અવધિ સ્થાનની ગતિ કાઢો. આ કોષ્ટકને મથાળે તેઓના ક્ષેપક (ગણિતારંભકાળની તેઓની સ્થિતિ) આપેલ છે જો ઇષ્ટકાળ ગણિતારંભકાળની પછીનો હોય તો મધ્યમ ચંદ્ર અને ચંદ્રનીચના ક્ષેપકમાં તેઓની ગતિ ઉમેરો અને રાહુના ક્ષેપકમાંથી તેની ગતિ બાદ કરો (કારણ કે રાહુની ગતિ ઉલટી છે) પણ જો ઇષ્ટકાળ ગણિતારંભકાળની પહેલાનો હોય તો ઉપરની

---

* ઇષ્ટકાળ એટલે જે કાળના ચંદ્ર વગેરેનું ગણિત કરવું હોય તે કાળ અને અવધિ એટલે ગણિતારંભકાળ (ઇ સ. ૧૯૦૧ જાન્યુ તા. ૧, ૨૮ા ૮ા ૦ ક ૦ મિ) થી ઇષ્ટકાળ સુધીમાં ગયેલો સમય આ બધું અમારું કહેવાઇ ગયું છે માત્ર સરળતા ખાતર અહિં ફરીને કહીએ છીએ વિશેષ માટે ઉપર કહેલી જગ્યાએ જુઓ.

ક્રિયાઓ ઉલટી કરો એટલે જ્યાં ઉમેરવાનુ કહ્યુ છે ત્યાં બાદ કરો અને જ્યાં બાદ કરવાનું કહ્યુ છે ત્યાં ઉમેરો. પછી જે આવે તેમા કોષ્ટક ૨ પ્રમાણેનો કાલાંતર સંસ્કાર કરો. આમ કરવાથી પૃષ્ટકાળનો મધ્યમ ચંદ્ર, ચંદ્રનીચ અને રાહુ આવશે.

૩. ઉદાહરણ તા ૨૭ માર્ચ. ૧૯૩૧ રવિવાર સ્ટાં. ૧ ક. ૧૫ મિ. નો મધ્યમ ચંદ્ર, ચંદ્રનીચ અને રાહુ કાઢો. (સૂર્યગણિત માટે લીધેલો જ સમય.)

ભા. ૧, લે. ૪ ના ઉદા મુજબ અથવા ભા. ૨, પૃ ૩, ઉદા. ૧ મુજબ અવધિ = ૧૧૨૨૬ દિ. ૧ ક. ૧૫ મિ.

	મધ્યમ ચંદ્ર		ચંદ્રનીચ		રાહુ	
	અંશ	તનુ*	અંશ	તનુ	અંશ	તનુ
૧૦૦૦૦ દિ. ની ગતિ	૩	૯૬૭૩	૩૪	૦૪૦૮	૧૬૯	૫૩૯૨
૧૦૦૦ ,,	૨૧૬	૩૯૬૭	૧૧૧	૪૦૪૧	૫૨	૯૫૩૯
૨૦૦ ,,	૧૧૫	૨૭૯૩	૨૨	૨૮૦૮	૧૦	૫૯૦૮
૨૦ ,,	૨૬૩	૫૨૭૯	૨	૨૨૮૧	૧	૦૫૯૧
૬ ,,	૭૯	૦૫૮૪	૦	૬૬૮૪	૦	૩૧૭૭
૧ ક. ,,	૦	૫૪૯૦	૦	૦૦૪૬	૦	૦૦૨૨
૧૦ મિ ,,	૦	૦૯૧૫	૦	૦૦૦૮	૦	૦૦૦૪
૫ મિ. ,,	૦	૦૪૫૭	૦	૦૦૦૬	૦	૦૦૦૨
	૬૭૮	૯૧૫૮	૧૭૦	૬૨૮૦	૨૩૪	૪૬૩૫
કુલ ૧૧૨૨૬ દિ. ૧ ક. ૧૫ મિ ની ગતિ	−૩૬૦					
	૩૧૮	૯૧૫૮				

* ૧૦૦૦૦ તનુ = ૧ અંશ

	મધ્યમ ચંદ્ર		ચંદ્રનીચ		રાહુ	
	અંશ	તનુ	અંશ	તનુ	અંશ	તનુ
ક્ષેપક	૪૩	૩૯૦૦	૧૫	૦૨૨૦	૨૩૯	૮૪૨૦
ગતિ	+૩૧૮	૯૧૫૮	+૧૭૦	૬૨૮૦	−૨૩૪	૪૬૩૫
	૩૬૨	૩૦૫૮	૧૮૫	૬૫૦૦	૫	૩૭૮૫
	−૩૬૦					
	૨	૩૦૫૮				
કાલાતર સંસ્કારો ર+		૬	−	૩૧	+	૬
	૨	૩૦૬૪	૧૮૫	૬૪૬૯	૫	૩૭૯૧

પ્રકરણ ૨

સ્પષ્ટ ચંદ્ર

૪. ગયા પ્રકરણમા આવેલો ચદ્ર **મધ્યમ** છે, એટલે ચદ્રની સરાસરી એક સરખી ગતિને હિસાબે તેનુ જે સ્થાન આવે તે છે, પણ ચદ્ર હમેશા એકસરખી ગતિથી ચાલતો નથી, તેથી મધ્યમ ચદ્ર એ ચદ્રનું આકાશનુ ખરુ સ્થાન નથી આ ખરા સ્થાનને **સ્પષ્ટ ચંદ્ર** કહે છે

૫ ચદ્રગણિત બીજા બધા ગ્રહોના ગણિત કરતા ઘણુ વધારે લબાણ વાળુ છે ચાર પાંચ કલા કરતા વધારે ફરક ન આવે એવો સ્પષ્ટ ચદ્ર જોઈતો હોય તો મધ્યમ ચદ્રને નીચેના ૨૧ માથી પહેલા પાચ સસ્કાર લગાડવા બસ થઈ રહેશે, પણ જો કલાપર્યંત સૂક્ષ્મ સ્પષ્ટ ચદ્ર જોઈતો હોય તો મધ્યમ ચદ્રને નીચેના ૨૧ સસ્કાર લગાડવા પડશે ગ્રહણ, તારાચદ્રયુતિ, ગ્રહચદ્રયુતિ વગેરે માટે ૨૧ સંસ્કાર વાળો ચદ્ર જોઈશે, પણ દૈનિક તિથિ નક્ષત્રાદિ માટે પાચ સંસ્કાર વાળો ચદ્ર ચાલશે

૬ જે સાધનો ઉપરથી આ સસ્કારો કાઢવામા આવે છે તેને ઉપકરણ કહે છે. દરેક સસ્કારનુ ૧ ઉપકરણ એ રીતે ૨૧ સસ્કારના ૨૧ ઉપકરણો છે આ ઉપકરણો જાણવા પહેલા નીચેની ચાર વસ્તુ જાણવાની જરૂર છે —

(૧) મ તિ = મધ્યમ તિથિ
= મધ્યમ ચદ્ર — મધ્યમ સૂર્ય

(૨) ચ કે = ચદ્રમદકેન્દ્ર
= મધ્યમ ચદ્ર — ચદ્રનીચ

(૭) સૂ. કે. = સૂર્યમંદકેન્દ્ર
= મધ્યમ સૂર્ય − સૂર્યનીચ

(૮) વિ. ચં. = વિરાહુ ચંદ્ર
= મધ્યમ ચંદ્ર − રાહુ

હવે ૨૧ સંસ્કારનાં ૨૧ ઉપકરણો નીચે પ્રમાણે છે. ૧ લા સંસ્કારનું ઉપકરણ ૧ લું, બીજા સંસ્કારનું ઉપકરણ ૨ જું ઇ૦ સમજવાનું છે.

ઉપકરણ

૧ લું = ચં. કે.
૨ જું = ૧૮૦ અંશ + ચં. કે. − ૨ × મ. તિ.
૩ જું = ૧૮૦ અંશ − ૨ × મ. તિ.
૪ થું = ૩૬૦ અંશ − સૂ. કે.
૫ મું = ૩૬૦ અંશ − ૨ × વિ. ચં.
૬ ઠું = ૨ × મ. તિ. − ૨×ચં. કે.
૭ મું = ૧૮૦ અંશ + ચં. કે. + સૂ. કે. − ૨ × મ. તિ.
૮ મું = ૧૮૦ અંશ − ૨ × મ. તિ.−ચં. કે.
૯ ,, = ૧૮૦ અંશ + સૂ. કે. − ૨ × મ. તિ.
૧૦ ,, = ૧૮૦ અંશ + સૂ. કે. − ચં. કે.
૧૧ ,, = ૩૬૦ અંશ − મ. તિ.
૧૨ ,, = ૩૬૦ અંશ − ચં. કે. − સૂ. કે.
૧૩ ,, = ૨ × મ. તિ. − ૨ × વિ. ચં.
૧૪ ,, = ૩૬૦ અંશ − ચં. કે − ૨ × વિ. ચં.
૧૫ ,, = ચં કે. − ૨ × વિ. ચં.
૧૬ ,, = ૧૮૦ અંશ + ચં. કે. − ૪ × મ. તિ.
૧૭ ,, = ૧૮૦ અંશ + ૨ × ચં. કે. − ૪ × મ. તિ.
૧૮ ,, = ચં કે. − સૂ. કે. − ૨ × મ તિ.

૧૮ ,, = ૩૬૦ અંશ – સૂ કે – ૨ × મ તિ
૨૦ ,, ચં કે – ગ તિ
૨૧ ,, સૂ કે + મ તિ

૭. આ ઉપકરણો અને કોષ્ટક ૩ જા થી ૭ મા સુધીની મદદથી સંસ્કારો કાઢીને મધ્યમ ચંદ્રને લગાડવાથી સ્પષ્ટ ચંદ્ર આવે છે કયા ઉપકરણની સાથે કયુ કોષ્ટક વાપરવુ તે નીચે બતાવ્યુ છે –

ઉપકરણ	કોષ્ટક	ઉપકરણ	કોષ્ટક
૧ સુ	૩ જી	૧૧	૭ મુ ×૮–૧૦
૨ જી	૪ શુ	૧૨ ,	૬ ટુ –૬
૩ જી	૫ મુ	૧૩ ,,	૬ ટુ –૧૨
૪ શુ	૬ ટુ	૧૪ ,,	૪ શુ –૧૦૦
૫ મુ	૭ મુ	૧૫ ,,	૭ મુ –૧૦
૬ ટુ	૭ મુ –૨	૧૬ ,,	૭ મુ –૧૦
૭ મુ	૭ મુ –૨	૧૭ ,	૭ મુ –૧૫
૮ ,,	૬ ટુ × ૨ – ૭	૧૮ ,	૭ મુ –૧૫
		૧૯ ,,	૭ મુ –૧૫
૯ ,,	૬ ટુ – ૪	૨૦ ,,	૪ શુ×૪–૧૦૦૦
૧૦ ,	૪ શુ – ૮૦	૨૧ ,	૪ શુ×૪–૧૦–૦

૮ આ સંસ્કારોમાથી કેટલાક ધન (+) એટલે મધ્યમ ચંદ્રમા ઉમેરવાના હોય છે અને કેટલાક ઋણ (–) એટલે મધ્યમ ચંદ્રમાથી બાદ કરવાના હોય છે તે નીચે પ્રમાણે –

ઉપકરણ ૦ થી ૧૮૦ અંશ સુધીમા હોય ત્યારે સંસ્કાર ધન છે અને ઉપકરણ ૧૮૦ થી ૩૬૦ અંશ સુધીમા હોય ત્યારે સંસ્કાર ઋણ છે

ધન અને ઋણ સંસ્કારો જુદા જુદા લખી મધ્યમ ચંદ્ર અને ધનસંસ્કારોના સરવાળામાંથી ઋણ સંસ્કારોનો સરવાળો બાદ કરવાથી વધારે સરળતા થશે.

ઉદાહરણ. (૧) પાંચ સંસ્કાર વાળો સ્પષ્ટ ચંદ્ર. પહેલાં આપણે પાચ સંસ્કાર વાળો સ્પષ્ટ ચંદ્ર કાઢીશું અને પછી તેજ ચંદ્ર ૨૧ સંસ્કારવાળો કાઢીશું.

લેખ ૩ * વાળું જ ઉદાહરણ આગળ ચલાવીએ. પહેલાં લે. ૬ માં કહેલી ચાર વસ્તુ કાઢીએ.

(૧) મ. તિ. = મધ્યમ ચંદ્ર – મધ્યમ સૂર્ય
= ૨ અંશ ૩૦૬૪ તનુ (લે. ૩)
– ૧૮૪ અંશ ૬૫૩૩ તનુ (ભા. ૧, લે. ૨૩)
= ૧૭૭ અંશ ૬૫૩૧ તનુ

(૨) ચં. કે. = મધ્યમ ચંદ્ર – ચંદ્રનીચ
= ૨ અંશ ૩૦૬૪ તનુ (લે. ૩)
– ૧૮૫ અંશ ૬૪૬૯ તનુ (લે. ૩)
= ૧૭૬ અંશ ૬૫૯૫ તનુ

(૩) સૂ. કે. = ૨૬૨ અંશ ૮૯૬૮ તનુ (ભા. ૧, લે. ૨૬)

(૪) વિ. ચં. = મધ્યમ ચંદ્ર – રાહુ
= ૨ અંશ ૩૦૬૪ તનુ (લે. ૩)
– ૫ અંશ ૩૭૯૧ તનુ (લે. ૩)
= ૩૫૬ અંશ ૯૨૭૩ તનુ

આ ઉપરથી પહેલાં પાચ ઉપકરણો:

૧ લું ઉ. = ચં. કે. = ૧૭૬ અંશ ૬૫૯૫ તનુ

* આ ભાગમાં જ્યાં લેખની સાથે ભાગનો આકડો નઆપ્યો હોય ત્યા આ (૩ જો) ભાગ સમજવો.

૨ જું ઉ. = ૧૮૦ અંશ + ચં. કે. − ૨ × મ. તિ.
= ૧૮૦ અશ + ૧૭૬ અંશ ૬૫૯૫ તનુ
− ૩૫૫ અશ ૩૦૬૨ તનુ
= ૧ અંશ ૩૫૩૩ તનુ

૩ જુ ઉ. = ૧૮૦ અશ − ૨ × મ તિ.
= ૧૮૦ અશ − ૩૫૫ અંશ ૩૦૬૨ તનુ
= ૧૮૪ અશ ૬૯૩૮ તનુ

૪ થું ઉ. = ૩૬૦ અંશ − સૂ કે.
= ૩૬૦ અંશ − ૨૬૨ અંશ ૮૮૮૬ તનુ
= ૯૭ અંશ ૧૧૩૨ તનુ

૫ મુ ઉ. = ૩૬૦ અંશ − ૨ × વિ. ચં.
= ૩૬૦ અશ − ૩૫૩ અંશ ૮૫૪૬ તનુ
= ૬ અંશ ૧૪૫૪ તનુ

હવે આ ઉપકરણો ઉપરથી અનુક્રમે કો. ૩, ૪, ૫, ૬ અને ૭ માથી સંસ્કારો, લે ૮ માં બતાવેલી + − ની નિશાની સાથે−

૧ લો સંસ્કાર = + ૦ અશ ૩૪૩૪ તનુ
૨ જો ,, = + ૦ ,, ૦૩૦૦ તનુ
૩ જો ,, = − ૦ ,, ૦૫૩૯ તનુ
૪ થો ,, = + ૦ ,, ૧૮૮૨ તનુ
૫ મો ,, = + ૦ ,, ૦૧૭૩ તનુ

ગણિતની ગોઠવણી નીચે પ્રમાણે કરવી:−

મધ્યમ ચંદ્ર અને ધન સંસ્કારો	અં.	ત.	ઋણ સંસ્કારો	અં.	ત
મ. ચં.	૨	૩૦૬૪	૩ સં.	− ૦	૦૫૩૯
૧ સં.	+ ૦	૩૪૩૬	કુલ	− ૦	૦૫૩૯

૨	,,	+ ૦	૦૩૦૦
૪	,,	+ ૦	૧૮૮૭
૫	,,	+ ૦	૦૧૨૩
કુલ		+ ૨	૮૭૬૩
સ્ફ. સં		− ૨	૦૫૮૯
સ્પષ્ટચંદ્ર (પાચ સરકારવાળો)		૦	૮૨૨૪

	= ૨ અંશ	૪૯ કળા	૨૧ વિકળા
નાટિકલ પ્રમાણે	૨ ,,	૪૫ ,,	૧ ,,
તફાવત	૦ ,,	૪ ,,	૨૦ ,,

૯. **એકવીશ સંસ્કારવાળો સ્પષ્ટ ચંદ્ર.** હવે આપણે વધારે સૂક્ષ્મ ગણિત કરવા બાકીના ૨૧−૫=૧૬ સંસ્કાર અને તે કાઢવા માટે તેના ૧૬ ઉપકરણુ કાઢીએ વિસ્તારભયથી અમે તેના છેલ્લા આકડા જ આપીએ છીએ વાચકે લે ૬, ૭, ૮ પ્રમાણે તે તપાસી જોવા લે. ૭ મા ૮ મા ઉપકરણ માટે કોષ્ટક ૬ $\frac{1}{6}$ × ૨ −૭ લખ્યુ છે તેનો અર્થ એ છે કે ૮ મા ઉપકરણ પ્રમાણે ૬ ઠા કોષ્ટકમાથી જે સરકાર આવે તેને ૨ થી ગુણી ૭ થી ભાગવાથી ૮ મો સંસ્કાર આવશે આ પ્રમાણે જ બીજાં ઉપકરણો વિષે સમજવુ ઉપકરણ જે બે પૂર્વોક્ત અશોની વચ્ચે હોય તે અશોની ઉપરથી ઉપર પ્રમાણે ગુણાકાર ભાગાકાર કરીને પહેલા બે સરકારો કાઢવા અને ત્યારપછી બે સરકારોની વચ્ચેનો સંસ્કાર ઉપકરણ પ્રમાણે કાઢશો એ વધારે સહેલુ પડશે

ક્રમાંક	ઉપકરણ અંશ	તનુ		સંસ્કાર અંશ	તનુ
૬	૧	૯૮૭૨	+	૦	૦૦૨૦
૭	૨૬૪	૨૪૦૧	−	૦	૦૫૬૯
૮	૮	૦૩૪૩	+	૦	૦૦૭૪
૯	૮૭	૫૮૦૬	+	૦	૦૪૬૪
૧૦	૨૬૬	૨૨૭૩	−	૦	૦૪૨૬
૧૧	૧૮૨	૩૪૬૯	−	૦	૦૦૧૪
૧૨	૨૮૦	૪૫૩૭	−	૦	૦૩૦૫
૧૩	૧	૪૫૧૬	+	૦	૦૦૦૪
૧૪	૧૮૯	૪૮૫૯	−	૦	૦૦૨૧
૧૫	૧૮૨	૮૦૪૯	−	૦	૦૦૦૬
૧૬	૬	૦૪૭૧	+	૦	૦૦૧૦
૧૭	૧૮૨	૭૦૬૬	−	૦	૦૦૦૪
૧૮	૨૭૮	૪૬૬૫	−	૦	૦૦૭૫
૧૯	૧૦૧	૮૦૭૦	+	૦	૦૦૭૫
૨૦	૩૫૯	૦૦૬૪	−	૦	૦૦૦૧
૨૧	૮૦	૫૩૯૯	+	૦	૦૦૫૦

આ સરકારોનો ધન ઋણ પ્રમાણે જુદા લખીને ધન સરકારોનો સરવાળો અગાઉ આવેલા પાંચ સરકારવાળા સ્પષ્ટ ચંદ્રમા ઉમેરી તેમાથી ઋણ સરકારોનો સરવાળો બાદ કરવાથી સૂક્ષ્મ સ્પષ્ટ ચંદ્ર આવશે, તે નીચે પ્રમાણે —

ક્રમાંક	ધન સંસ્કારો અં.	ત.	ક્રમાંક	ઋણ સરકારો અ.	ત.
૬	+ ૦	૦૦૨૦	૭	− ૦	૦૫૬૯
૮	+ ૦	૦૦૭૪	૧૦	− ૦	૦૪૨૪
૯	+ ૦	૦૪૬૬			

૧૩	+ ૦	૦૦૦૪		૧૨	− ૦	૦૩૦૫
૧૬	+ ૦	૦૦૧૦		૧૪	− ૦	૦૦૨૧
૧૯	+ ૦	૦૦૭૫		૧૫	− ૦	૦૦૦૬
૨૧	+ ૦	૦૦૫૦		૧૭	− ૦	૦૦૦૪
કુલ	+ ૦	૦૬૯૭		૧૮	− ૦	૦૦૭૫
પાંચ સંસ્કાર				૨૦	− ૦	૦૦૦૧
વાળો સ્પ. ચં.	૨	૮૨૨૪				
				કુલ	− ૦	૧૪૧૯
	૨	૮૯૨૧				
અ. સં.	− ૦	૧૪૧૯				

સૂક્ષ્મ સ્પષ્ટ ચંદ્ર ૨ ૭૫૦૨ =	૨ અંશ	૪૫ કલા	૧ વિકલા
નાટિકલ પ્રમાણે	૨	૪૫	૧
	૦	૦	૦

એટલે આપણો સ્પષ્ટ ચદ્ર નાટિકલ સાથે બરાબર મળી રહે છે.



પ્રકરણ ૩ જું:

ચંદ્રનો શર, સ્પષ્ટ ગતિ, બિંબ અને પરમ લંબન

૧૦. ચંદ્રનો શર. જો 'સ્પષ્ટ ચંદ્ર – રાહુ' ૦ થી ૯૦ અંશ સુધીમાં અથવા ૧૮૦ થી ૨૭૦ અંશ સુધીમાં હોય તો તેમાં ૧૫૦૦ તનુ ઉમેરવાથી અને જો તેમ ન હોય તો તેમાંથી ૧૫૦૦ તનુબાદ કરવાથી જે આવે તે ઉપકરણથી કો. ૮ માંથી ચંદ્રનો મધ્યમ શર કાઢી 'સ્પષ્ટ ચંદ્ર + રાહુ – ૨ × સ્પષ્ટ સૂર્ય' એ ઉપકરણથી કો. ૯ માંથી શરનો સંસ્કાર મધ્યમ શરને લગાડવાથી ચંદ્રનો સ્પષ્ટ શર આવશે. મધ્યમ શરની તેમજ તેના સંસ્કારની ધન અને ઋણ નિશાનીઓ. લે ૮ માં બતાવ્યા પ્રમાણે જ ગણવી. ધન શર ઉત્તરે અને ઋણ શર દક્ષિણે સમજવો.

ઉદા૦ લે. ૯ વાળા ચંદ્રનો શર કાઢો

સ્પષ્ટ ચંદ્ર (લે. ૯)	=	૨ અંશ	૭૫૦૨ તનુ
– રાહુ (લે. ૩)	=	– ૫ અંશ	૩૭૯૧ ,,
	=	૩૫૭ અંશ	૩૭૧૧ ,,
	–		૧૫૦૦
	=	૩૫૭ અંશ	૨૨૧૧ ,,

આ ઉપકરણ ઉપરથી કો. ૮ માંથી મધ્યમ શર = – ૦ અંશ ૨૪૯૭ તનુ. હવે તેનો સંસ્કાર કાઢવા માટે

સ્પષ્ટ ચંદ્ર	=	૨ અંશ	૭૫૦૨ તનુ
રાહુ	=	૫ ,,	૩૭૯૧ ,,
કુલ	=	૮ ,,	૧૨૯૩ ,,

− ૨ × સ્પષ્ટ સૂર્ય
= − ૨ × ૧૮૨ અંશ
  ૭૫૦૩ તનુ
(ભા. ૧, કે. ૩૦) = − ૫ „ ૫૦૦૬ „

= ૨ „ ૬૨૮૭ „

આ ઉપકરણ ઉપરથી કો. ૯ માથી શરનો સંસ્કાર = + ૦ અંશ ૦૦૬૭ તનુ.

મધ્યમ શર	= − ૦	અંશ	૨૪૯૭	તનુ
શરનો સંસ્કાર (બાદબાકીથી)	= + ૦	„	૦૦૬૭	„
સ્પષ્ટ શર	= − ૦	„	૨૪૩૦	„
	= દક્ષિણ ૦	અંશ ૧૪	કલા ૩૫	વિકલા
નાટિકલ પ્રમાણે	„ ૦	„ ૧૪	„ ૩૭	„
તફાવત	૦	„ ૦	„ ૨	„

ગ્રહણ વખતે શરસંસ્કાર કાઢવાની સરળ રીતઃ—ચંદ્ર કે સૂર્યના ગ્રહણ વખતે શરસંસ્કાર મધ્યમશર કરતા ઉલટી દિશાનો અને તેના ૩૫ મા ભાગ જેટલો હોય છે, તેથી તેવે વખતે ઉપરની રીત કરતાં આ રીતે તે વધારે સરળતાથી આવશે.

ઉદા૦ ઉપલા ઉદાહરણમા

મધ્યમ શર = − ૦ અંશ ૨૪૯૭ તનુ. તેથી શરસંસ્કાર = આનો ૩૫મો ભાગ = + ૦ અંશ ૦૦૭૧ તનુ.

અગાઉની રીત પ્રમાણે શરસંસ્કાર ૬૭ તનુ આવતો હતો, તેથી આ રીત પ્રમાણે ૪ તનુ = લગભગ ૧૧ વિકલાનો ફરક આવ્યો.

૧૧. ચંદ્રની દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ. ચંદ્રની ગતિ દરેક ક્ષણે બદલાતી રહે છે, પણ અમુક ક્ષણે તેની જેટલી ગતિ હોય તેટલી જ ગતિ ૨૪ કલાક સુધી કાયમ રહે તો તે જેટલુ ચાલે તેને તે ક્ષણની (તાત્કાલિક) **દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ** કહેવામા આવે છે

ચદ્રની દૈનિક **મધ્યમ** ગતિ ૧૩ અશ ૧૭૬૪ તનુ છે, તેમા નીચેના ચાર સંસ્કાર કરવાથી ચદ્રની કોઈ પણ ક્ષણની દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ આવશે આ સંસ્કારો માટેના ઉપકરણો તથા કોષ્ટકો નીચે આપ્યા છે તેની સમજ લે ૭ પ્રમાણે તથા તેનું ધનત્વ કે ઋણત્વ લે ૮ પ્રમાણે સમજવુ

	ઉપકરણ		કોષ્ટક
ઉ ૧ લુ	૯૦ અશ − ચં કે	કો	૪ થુ × ૯ − ૮
૨ જુ	૯૦ ,, + ચ કે − ૨ × મ તિ		૭ મુ × ૧૧ − ૫
૩ જુ	૯૦ અંશ − ૨ × મ તિ		૬ ઠ્ઠુ × ૩ − ૨
૪ થુ	૯૦ ,, − ૨ × ચ કે		૬ ઠ્ઠુ − ૨

ઉદા૦ ચાલુ દાખલામા

ઉપકરણ ૧ લુ = ૨૭૩ અશ ૩૪૦૫ તનુ
સસ્કાર ૧ લો = − ૧ ,, ૪૩૦૮ ,,
ઉપકરણ ૨ જુ = ૨૭૧ ,, ૩૫૩૩ ,,
સસ્કાર ૨ જો = − ૦ ,, ૨૫૧૫ ,,
ઉપકરણ ૩ જુ = ૯૪ ,, ૬૯૩૮ ,,
સસ્કાર ૩ જો = + ૦ ,, ૨૭૨૫ ,,
ઉપકરણ ૪ થુ = ૯૬ ,, ૬૮૧૦ ,,
સસ્કાર ૪ થો = + ૦ ,, ૦૫૬૮ ,,

મધ્યમ ગતિ અને ધન
અસ્કારો

મ ગ =૧૩ અ. ૧૭૬૪ ત	૧ લો સ =−૧ અ ૪૩૦૮ ત
૩ જો મ = ૦ ,, ૨૭૨૫ ,,	૨ જો સ =−૦ ,, ૨૫૧૫ ,,
૪ થો સ = ૦ ,, ૦૫૬૮ ,,	−૧ ,, ૬૮૨૩ ,,

ઋણ સસ્કારો

૩૬ =૧૩ ,, ૫૦૬૭ ,,
ઋ મ =−૧ ,, ૬૮૨૩

=૧૧ ,, ૮૨૩૪ દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ
=૧૧ અશ ૪૯ કના ૨૪ વિકના
નાટિકલ પ્રમાણે ૧૧ અશ ૪૭ કના ૪૨ વિકના

તફાવત= ૦ ,, ૧ ,, ૪૨ ,,

ગ્રહણોમા આપણે મધ્યકાળની સ્પષ્ટ ગતિ લઇએ છીએ ત્યાથી સ્પર્શ કે મોક્ષનો કાળ બહુ તો ૩ કલાક દૂર હોય છે તેટલા વખતમા ઉપનો તફાવત ૧૦ વિકલાનો આવે આને લીધે સ્પર્શ કે મોક્ષ કાળમા ૦ા મિનિટનો ફરક પડે તે ઉપેક્ષણીય છે

૧૨. ગ્રહણ વખતે દૈનિક શરગતિ. ચદ્રના ભોગમા ૧ દિવસમા જે ફેરફાર થાય તેને ઉપર 'ચદ્રની દૈનિક સ્પષ્ટગતિ' કહી છે, તેજ પ્રમાણે ચદ્રના શરમા ૧ દિવસમા જે ફેરફાર થાય તેને દૈનિક શરગતિ કહી શકાય તે ગ્રહણ વખતે આ પ્રમાણે નીકળી શકે—ચદ્રની દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિમાથી તેનો ૧૦ મો ભાગ કાઢી નાખી બાકી રહે તેનો ૧૦ મો ભાગ તેજ ચદ્રના શરની દૈનિક ગતિ

મે ૮ નુ ઉપકરણ ૯૦ થી ૨૭૦ અશ સુધીમા હોય તો શરગતિ ઋણ (દક્ષિણ = −) જાણવી, નહિ તો તેને ધન (ઉત્તર=+) જાણવી

ઉદા૦ આ ઉદાહરણમા ચદ્રની દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ = ૧૧ અશ ૮૨૩૪ તનુ = ૧૧૮૨૩૪ તનુ આમાથી આનો ૧૦ મો ભાગ ૧૧૮૨૩ તનુ બાદ કરવાથી ૧૦૬૪૧૧ તનુ આ થા તો ૧૦

મો ભાગ ૧૦૬૪૧ તનુ = ૧ અશ ૦૬૪૧ તનુ એ શરની દૈનિક ગતિ છે ૧૦ ઉપરથી કો. ૮ નુ ઉપકરણ ૩૫૭ અશ ૨૨૧૧ તનુ છે, તેથી શરગતિ ધન (ઉત્તર = +) છે

૧ અશ ૦૬૪૧ તનુ = ૧ અશ ૩ કલા ૫૧ વિકલા
નાટિકલ પ્રમાણે ૧ ,, ૫ ,, ૨૫ ,,

તફાવત ૦ ,, ૧ ,, ૩૪ ,,

(લે ૧૨ નો છેવટનો ભાગ જુઓ)

ગ્રહણ વખતે અથવા જ્યારે ચંદ્ર રાહુ કે કેતુથી ૨૦ અશથી વધારે દૂર ન હોય ત્યારે ઉપલી રીત ચાલશે બીજા પ્રસગે ઉપર પ્રમાણે આવેલી શરગતિને કો. ૮ ના ઉપકરણની કોજ્યાથી ગુણવા. ગ્રહણ પ્રસગે પણ જ્યારે ચદ્ર રાહુ કે કેતુથી ૧૦ અશથી વધારે દૂર હોય ત્યારે ઉપર પ્રમાણે આવેલી શર ગતિને કો ૮ ના ઉપકરણની કોજ્યાથી ગુણવા એ સૂક્ષ્મતાની દૃષ્ટિએ વધારે સારૂ છે

૧૩ ચંદ્રનું બિંબ અને પરમલંબન પરમ લ બન એટલે શુ એ સમજવા માટે ઉપપત્તિ જુઓ ચદ્રની દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ ઉપરથી કો. ૧૦ મા થી ચંદ્રનુ બિબ અને પરમ લંબન નીકળે છે

ઉદા૦ ચાલુ ઉદાહરણમા ચદ્રની સ્પષ્ટ દૈનિક ગતિ (નિ ૧૧) = ૧૧ અશ ૪૯ કલા ૨૪ વિકલા = ૭૦૯ કલા ૨૪ વિકલા. તે ઉપરથી કો ૧૦ માથી

ચદ્રબિબ = ૨૯ કલા ૩૦ વિકલા
અને ચદ્રનુ પરમલ બન = ૫૪ ,, ૧ ,,

નાટિકલ પ્રમાણે

ચદ્ર બિંબ = ૨૯ કલા ૨૫ વિકલા
ચંદ્ર પરમ લબન = ૫૩ ,, ૫૯ ,,

તેથી ચંદ્રબિંબમા ૫ વિકલાનો અને ચદ્રપરમલબનમા ૨ વિકલાનો ફરક આવ્યો

પ્રકરણ ૪ થું:

ઉપપત્તિ અને નોંધ

नामूल लिख्यते किञ्चित ।

૧૩. અંગ્રેજી જાણનારની સમજ ખાતર આ ભાગના પારિભાષિક શબ્દોનું અંગ્રેજી નીચે આપીએ છીએ –

ગણિતારંભકાળ = Epoch	મંદકેંદ્ર = Mean anomaly
અવધિ = Period	ઉપકરણ = Argument
ક્ષેપક = Value at the epoch	ધન = Positive
મધ્યમ ચંદ્ર = Mean moon	ઋણ = Negative
ચંદ્રનીચ = Perigee	સંસ્કાર = Correction
રાહુ = Ascending node of the moon	ભોગ = Celestial longitude
કેતુ = Descendining node of the moon	શર = Celestiallatitude
ભૂકેન્દ્રક = Geocentric	બિંબ = Diameter of the disc
અંતર્નોમ = Interpolation	પરમલંબન = Horizontal parallax
	કક્ષા = Orbit
	ક્રાંતિવૃત્ત = Ecliptic

૧૪ એ યાદ રાખવાનું છે કે અહિં આપેલું ચંદ્ર, તેના શર, ઇ૦ નું ગણિત ચંદ્રના બિંબના મધ્ય બિંદુનું છે તેમજ તે ભૂકેંદ્રક

એટલે પૃથ્વીના ગોળાના ગર્ભના મધ્ય બિંદુથી જોતાં જ્યાં દેખાય ત્યાંનું છે

પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ એક વર્ષમાં એક આંટો ફરે છે, તેથી આપણને સૂર્ય એક વર્ષમાં પૃથ્વીની આસપાસ એક આંટો ફરતો દેખાય છે આંટો ફરવાનો જે માર્ગ તે **ક્રાંતિવૃત્ત.** ચંદ્ર ૨૭ દિવસમાં પૃથ્વીની આસપાસ એક આંટો ફરે છે. આ આંટો ફરવાનો માર્ગ તે **ચંદ્રકક્ષા** ક્રાંતિવૃત્તને બે બિંદુમાં કાપે છે. તે બે બિંદુ રાહુ અને કેતુ. ચંદ્રકક્ષા લંબગોળ છે. તેથી ચંદ્ર કોઇ વખત પૃથ્વીની વધારે નજીક, તો કોઇ વખત તે પૃથ્વીથી વધારે દૂર હોય છે. ચંદ્રકક્ષાનું જે બિંદુ પૃથ્વીથી સૌથી નજીક છે તેને **ચંદ્રનીચ** કહે છે.

ચંદ્રમાથી ક્રાંતિવૃત્ત ઉપર અને ક્રાંતિવૃત્ત સુધી એક લંબ (Perpendicular) દોરીએ, તો તે લંબ **શર** કહેવાય, અને જે બિંદુમાં આ લંબ ક્રાંતિવૃત્તને મળે તે બિંદુથી વસંતપાત સુધીનું અંતર ચંદ્રનો **ભોગ** અથવા **સ્પષ્ટ ચંદ્ર** કહેવાય.

પૃથ્વીને જુદે જુદે સ્થળેથી ચંદ્રને જોવાથી તે આકાશમાં જુદી જુદી જગાએ દેખાય છે તેથી બધું ગણિત ભૂગર્ભથી એટલે પૃથ્વીના ગોળાના મધ્ય બિંદુથી આપવાનો રિવાજ છે. આ ભૂકેન્દ્રક સ્થાન અને પૃથ્વીની સપાટી ઉપરના કોઈ પણ સ્થળેથી દેખાતા સ્થાનની વચ્ચેનો જે તફાવત તેને **લંબન** કહે છે. પદાર્થ ક્ષિતિજ ઉપર હોય ત્યારે તેનું લંબન મોટામાં મોટું હોય છે; તેને **પરમલંબન** અથવા **ક્ષિતિજલંબન** કહે છે

૧૫. આ પુસ્તકનું બધું ગણિત અંશ અને તનુ (અંશના ૧૦૦૦૦ મા ભાગ) મા આપ્યું છે. આથી દશાંશ ગણિતના રીતસરના ઉપયોગ વગર તેની સરળતાનો લાભ મળે છે. જેને દશાંશ ગણિત આવડતું હોય તે અંશ અને તનુ લેવાને બદલે અંશના

દશાંશમાં બધું ગણિત કરી શકશે આમ કરવામાં ચંદ્રના ચાલ માટે જ્યાં તનુમાં ૪ કરતાં ઓછા આંકડા હોય ત્યાં અમે શરૂઆતમાં જરૂર જેટલાં મીંડાં મૂકીને દશાંશમાં તનુના ૪ આંકડા ગણ્યા છે જેમ કે કોઈક ૧ લાખ ચંદ્રનીચની ૯ દિવસની ગતિ એક અંશ ૨૬ તનુ લખવાને બદલે અમે ૧ અંશ ૦૦૨૬ તનુ લખી છે તેનું કારણ એ કે તેને અંશના દશાંશમાં લખવી હોય તો એકદમ ૧.૦૦૨૬ અંશ લખી શકાય .

જો બહુ સૂક્ષ્મતાની જરૂર ન હોય તો આખા પુસ્તકમાં તનુના ૪ ને બદલે ૩ દશાંશ સ્થળ રાખવાં એટલે બધું ગણિત અંશ અને પ્રત્યંશ (અંશના ૧૦૦૦ મા ભાગ) માં કરવું

[illegible] અને પ્રો. ૨ તથા ૭. બ્રાઉન પ્રમાણે ઇ. સ. ૧૮૯૯ ડિસે. ૩૧ મી ગ્રી ટા ૧૨ ક (હિંદુસ્તાનના સ્ટા. ટા ૧૭ ક ૩૦ મિ) વખતે (ક્ષેપક)–

મધ્યમ ચંદ્ર = ૨૭૦ અંશ ૨૬ કલા ૧૧ ૭૨ વિકલા
ચંદ્રનીચ = ૩૩૪ ,, ૧૯ ,, ૪૬ ૪૦ ,,
રાહુ = ૨૫૯ ,, ૧૦ ,, ૫૯ ૩૯ ,,

ત = ૩૬૫૨૫ દિવસ (લગભગ ૧૦૦ વર્ષ) ની ગતિ–

મધ્યમ ચંદ્રની = + ૪૮૧૨૬૭ અંશ ૫૩ કલા ૨૬ ૦૬ વિકલા
ચંદ્રનીચની = + ૪૦૬૯ ,, ૧ ,, ૨ ૫૨ ,,
રાહુની = − ૧૯૩૪ ,, ૮ ,, ૩૧ ૨૩ ,,

કાલાંતર સંસ્કાર–

મધ્યમ ચંદ્રમાં = + ૦૦૧૯૮૩ વિકલા × $ત^{૨}$
+ .૦૦૦૦૦૧૯ વિકલા × $ત^{૩}$
ચંદ્રનીચમાં = − ૦૧૦૩૨૫ વિકલા × $ત^{૨}$
− ૦૦૦૦૧૨ વિકલા × $ત^{૩}$

$$\text{રાહુમાં} = +\ .૦૦૭૦૭૮\ \text{વિકલા} \times \text{ટ}^{૨}$$
$$+\ .૦૦૦૦૦૨\ \text{વિકલા} \times \text{ટ}^{૩}$$

આ ઉપરથી અમે કો. ૧ અને ૨ બનાવ્યાં છે.

મધ્યમ ચંદ્ર, રાહુ અને ચંદ્રનીચના કાલાંતર એટલે તેના ગણિતમાં લાંબે કાળે જે ફરક પડે છે તે કો. ૨ માં અમે ધ્રુવ ના વર્ષ પ્રમાણે આપ્યો છે. મધ્યમ ચંદ્ર અને રાહુમાં તે હંમેશાં ઉમેરવાનો છે અને ચંદ્રનીચમાંથી તે હંમેશાં બાદ કરવાનો છે.

લે. ૬ થી ૯ અને કો. ૩ થી ૭. બ્રાઉન વિકલાના ૧૦૦૦ મા ભાગ સુધીના કુલ ૭૨૬ સંસ્કાર મધ્યમ ચંદ્રને લગાડીને સ્પષ્ટ ચંદ્ર લાવે છે. અમે અહિં તે માહેલા ૧૫ વિકલા કરતાં મોટા એવા ૨૩ સંસ્કાર લીધા છે. આમાંથી ત્રણ સંસ્કારો મળીને અમારો પહેલો સંસ્કાર અમે બનાવેલો હોવાથી અમારા સંસ્કાર ૨૧ થાય છે.

આ ૨૩ સંસ્કારો નીચે પ્રમાણે છે:—

અમારો સંસ્કાર	બ્રાઉનનો સંસ્કાર				
૧ લો	+ ૨૨૬૩૯૫૦૦	વિકલા	×	ચંદ્રમદ કેન્દ્ર	જ્યા
	+ ૭૬૯.૦૨૬	,,	×	(૨ × ,,)	,,
	+ ૩૬.૧૨૪	,,	×	(૩ × ,,)	,,
૨ જો	+ ૪૫૮૬.૪૨૬	,,	×	(૩૫.૨૦જું, લે. ૬.)	,,
૩ જો	+ ૨૩૬૯.૯૦૨	,,	,,	૩ જું	,,
૪ થો	,, ૬૬૮.૧૧૧	,,	,,	૪ થું	,,
૫ મો	,, ૪૧૧.૬૦૮	,,	,,	૫ મું	,,
૬ ઠ્ઠો	,, ૨૧૧.૬૫૬	,,	,,	૬ ઠ્ઠું	,,
૭ મો	,, ૨૦૫.૯૬૨	,,	,,	૭ મું	,,
૮ મો	,, ૧૯૧.૯૫૩	,,	,,	૮ મું	

૯ મો	,,	૧૬૫.૧૪૫	,,	,,	૯ મું	,,
૧૦ મો	,,	૧૪૭.૬૯૩	,,	,,	૧૦ મું	,,
૧૧ મો	,,	૧૨૫.૧૫૪	,,	,,	૧૧ મું	,,
૧૨ મો	,,	૧૦૯.૬૬૭	,,	,,	૧૨ મું	,,
૧૩ મો	,,	૫૫.૧૭૩	,,	,,	૧૩ મું	,,
૧૪ મો	,,	૪૫.૦૯૯	,,	,,	૧૪ મું	,,
૧૫ મો	,,	૩૯.૫ ૨	,,	,,	૧૫ મું	,,
૧૬ મો	,,	૩૮.૪૨૮	,,	,,	૧૬ મું	,,
૧૭ મો	,,	૩૦.૭૭૩	,,	,,	૧૭ મું	,,
૧૮ મો	,,	૨૮.૪૭૫	,,	,,	૧૮ મું	,,
૧૯ મો	,,	૨૪.૪૭૦	,,	,,	૧૯ મું	,,
૨૦ મો	,,	૧૮.૬૦૯	,,	,,	૨૦ મું	,,
૨૧ મો	,,	૧૮.૦૨૩	,,	,,	૨૧ મું	,,

અગાઉના ૧ થી સંસ્કાર માટેનું મ. ૩ જું અમે ઉપર મુજબ નવા સંસ્કારોનું બનાવ્યું છે, તેની ખાત્રી કો. ૩ જાનો કોઈ પણ આંકડો લઈને વાચક પોતાને માટે કરી શકે તેજ પ્રમાણે ૨ જાથી ૫ મા સુધીના સંસ્કારોના કોઠા ઉપર મુજબ બનાવવામાં આવ્યા છે. બાકીના ૧૬ સંસ્કારો માટે નવા કોઠા ન બનાવતાં બનાવેલા કોષ્ટક ઉપરથી જ આવતા સંસ્કારોને તેહના ગુણાકાર ભાગાકાર કરીને આ સંસ્કારો લાવવાની યુક્તિ કરી છે, દા. ત. કો. ૭ મા કહ્યું છે કે ૬ ઠો અને ૭ મો સંસ્કાર ૭ મા કોષ્ટકમાંથી આવતા સંસ્કારને ૨ વડે ભાગવાથી આવે છે ૭ મા કોષ્ટકમાંથી ૫ મું ઉપકરણ અને તેથી ૫ મો સંસ્કાર આવે છે એમ કો. ૭ મા કહ્યું છે ૫ મા સંસ્કાર માટેનો ગુણક ૪૧૧૬૦૮ વિકલા ઉપર આપેલો છે આને ૨ વડે ભાગતાં ૨૦૫૮૦૪ વિકલા આવી ૬ ઠા અને ૭ મા સંસ્કાર માટેના ગુણકો અનુક્રમે ૨૨૨૬૫૬ અને ૨૦૫૯૬૨ છે તે ઉપર આવેલ ૨૦૫૮૦૪ વિકલાથી આપાતરે

રહેવા છે આ અન્તર ઉપેક્ષણીય હોવાથી અને ઉપલી યુક્તિ ચાલે છે.

આ ૮ પ્રમાણે બીજા નક્ષત્ર વિષે સમજવું

ક્ષે ૯ મા આપેલો નાટિકલનો ચંદ્ર નીચે પ્રમાણે આવ્યો ઇષ્ટકાળ = તા ૨૭ ૧ ક ૧૫ મિ, હિંદુસ્તાનનો સ્ટા ટા તેમાંથી ૫ ક ૩૦ મિ બાદ કરવાથી તા ૨૬, ૧૯ ક ૪૫ મિ ગ્રીનિચ ટાઇમ આવ્યો નાટિકલમા તા ૨૬, ૧૨ ક ગ્રી ટા નો ચંદ્ર ૨૯૮ અંશ ૫૬ કળા ૨૧૬ વિકળા અને તા ૨૭, ૦ ક ગ્રી ટા નો ચંદ્ર ૪ અંશ ૫૦ કળા ૧૮૬ વિકળા આપ્યો છે, તે ઉપરથી તા ૨૬ ૧૯ ક. ૪૫ મિ ગ્રી ટા નો ચંદ્ર ૨ અંશ ૪૮ કળા ૫૯૦ વિકળા આવ્યો પણ ચંદ્રની ગતિ દર ક્ષણે બદલાતી રહે છે, તથા તેની આગળની તથા પાછળની ગતિ ઉપરથી **અન્તર્યાસ** નામનો સૂક્ષ્મ સંસ્કાર + ૨૬ વિકળા આવ્યો તે લગાડવાથી નાટિકલ પ્રમાણેનો સુરેખ ચંદ્ર ૨ અંશ ૬૫ કળા [illegible] વિકળા આવ્યો

આ પ્રમાણે આવેલો ચંદ્ર **સાયન** છે, તેને નિરયન કરવો હોય તો તેમાંથી ભાગ ૧, ક્ષે ૩૭ પ્રમાણેના અયનાંશ બાદ કરવા

આપણો ચંદ્ર આ ક્રમનામા નાટિકલ સાથે વિકળા પર્યંત મળી રહે છે પણ આપણે ૧૫ વિકળા કરતા નાના સંસ્કાર છોડી દીધા હોવાથી આપણા અને નાટિકલના ચંદ્ર વચ્ચે થોડી વિકળાઓનો ફરક સામાન્ય રીતે રહેશે, પણ આપણો ચંદ્ર કળા પર્યંત સૂક્ષ્મ હમેશા રહેશે

ક્ષે ૧૦ બ્રાઉન ચંદ્રના શરને ભોગ (૨૫૯ ચંદ્ર) ની પેઠે સ્વતંત્ર રીતેજ કાઢે છે અને તેને માટે ૪૧૩ સંસ્કાર આપે છે, પણ આપણને ભોગ વગર એકના શરની જરૂર પડતી નથી અને ભોગ ઉપરથી શર વધારે સહેલાઈથી નીકળે છે, તેથી અમે ભાગ ઉપરથી શર કાઢવાની રીત આપી છે

ચંદ્રનો પરમ (મોટામાં મોટો) શર ક્રાંતિવૃત્ત અને ચંદ્રની કક્ષા (ચંદ્ર પૃથ્વીની આસપાસ જે માર્ગમાં ફરે છે તે માર્ગ) ની વચ્ચેના ખુણાની બરોબર છે આ ખુણો ૫ અંશ ૮ ૭૨૪ કલા છે. ગોલીય ત્રિકોણમિતિ પ્રમાણેઃ–

(મધ્યમ) શરનો સ્પર્શક = પરમ શરનો સ્પર્શક × (સ્પષ્ટ ચંદ્ર – રાહુ) ની જ્યા જ્યા કદી ૧ કરતા મોટી હોતી નથી અને ચંદ્રનો પરમશર ૫ અંશ (લગભગ) છે, તેથી મધ્યમ શર કદી ૫ અંશ કરતા મોટો હોય નહિ એમ ઉપરના સૂત્રથી જણાય છે. આવા નાના ખુણાઓના સ્પર્શકોની વચ્ચેનું પ્રમાણ તે ખુણાઓની વચ્ચેનો પ્રમાણ જેવડું જ લગભગ હોય છે, તેથી ઉપરના સૂત્રને નીચે પ્રમાણે મુકી શકાયઃ–

(મધ્યમ) શર = પરમ શર × (સ્પષ્ટ ચંદ્ર – રાહુ) ની જ્યા

આ ઉપરથી કો. ૮ બનાવ્યુ છે આ પ્રમાણે આવેલો શર મધ્યમ છે, કારણ કે ચંદ્રને સૂર્યનુ આકર્ષણ લાગવાથી, જેમ તેના ભોગમાં તેમ જ, તેના શરમા પણ ફરક પડે છે, આ ફરકને મધ્યમ શરના સંસ્કાર તરીકે નીચે આપ્યો છે. (સ્પ, ચ. – રાહુ)મા ૧૫૦૦ તનુનો ફરક કરવાનું કહ્યુ છે તે અનુભવજન્ય (empirical) છે

મધ્યમ શરનો સંસ્કાર = ૫૨૮ ૬ વિકલા
× (સ્પષ્ટ ચંદ્ર + રાહુ – ૨ × સ્પષ્ટ સૂર્ય) ની જ્યા
આ ઉપરથી કો. ૯ બનાવ્યુ છે.

ચંદ્રગ્રહણ વખતે સૂર્ય = ચંદ્ર + ૧૮૦°, તેથી ૨ × સૂર્ય = ૨ × ચંદ્ર + ૩૬૦° = ૨ × ચંદ્ર, અને સૂર્યગ્રહણ વખતે સૂર્ય = ચંદ્ર, તેથી ૨ × સૂર્ય=૨ × ચંદ્ર સૂર્યની આ કિંમત ઉપરના સૂત્રમાં મૂકવાથી

મધ્યમ શરનો ગતફેર = ૫૦૮ ૬ વિકલા

× (સ્પષ્ટ ચંદ્ર + ન − ૨ × સ્પષ્ટ ચંદ્ર) ની જ્યા

= ૫૦૮ ૬ વિકલા × (રાહુ − સ્પષ્ટ ચંદ્ર) ની જ્યા

= − ૫૦૮ ૬ વિકલા × (સ્પષ્ટચંદ્ર−રાહુ) ની જ્યા

આને આગાઉના સૂત્ર

મધ્યમ શર = પરમ શર × (સ્પષ્ટચંદ્ર − રાહુ) ની જ્યા

થી ભાગતાથી $\frac{\text{મધ્યમ શરનો ગતફેર}}{\text{મધ્યમ શર}} = - \frac{\text{૫૦૮ ૬ વિકલા}}{\text{પરમ શર}}$

$= - \frac{\text{૫૦૮ ૬ વિકલા}}{\text{૫ અંશ ૮ ૭૨૪ કલા}}$

$= \frac{\text{૧}}{\text{૩૫}}$ લગભગ

નાટિકલનો શર નીચે પ્રમાણે આવ્યો. જે ૯ ની ઉપપત્તિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે તા ૨૬ ઓ૦ ટા ૧૯ ક ૪૫ મિ નાટિકલમાં તા ૨૬, ઓ ટા ૧૯ ક ને શર = − ૦ અંશ ૩૫ કલા ૪૩ ૯ વિકલા અને તા ૨૭, ઓ ટા ૦ ક નો શર = − ૦ અંશ ૩ કલા ૧૦ વિકલા આ ઉપરથી ઓ ટા ૧૯ ક ૪૫ મિ નો શર = − ૦ અંશ ૧૪ કલા ૦૬ ૧ વિકલા આવે, પણ તે ની ઉપપત્તિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે અંતર્વેશ − ૧૪ વિકલા આવ્યા, તેથી સ્પષ્ટ શર = − ૦ અંશ ૧૪ કલા ૨૦ ૫ વિકલા

લે ૧૬ સ્પષ્ટ ચંદ્ર = મધ્યમ ચંદ્ર + ૨૧ સંસ્કારો

તેથી સ્પષ્ટ દૈનિક ગતિ = મધ્યમ દૈનિક ગતિ + ૨૧ સંસ્કારોની દૈનિક ગતિ

= ૧૩ અંશ ૨૭૬૪ તનુ (મ ૧) + ૨૧ સંસ્કારોની દૈનિક ગતિ

દરેક ગ્રહ નક્ષત્રોની દૈનિક ગતિ અમુક ઉપર જોઈ જ્યા (sine) ઉપર આધાર ન હોય (જુઓ સે ૬ થી ૮ ની ઉપપત્તિ) આ ક્યાને ગત સૂક્ષ્માશગણિત (Differential Calculus) મા કોટિજ્યા (cosine) પણ જાય છે આ કોટિજ્યાને ઉપર જોઈ દૈનિક ગતિથી ગુણવાથી નક્ષત્રોની દૈનિક ગતિ આવે છે ગ્રહ નક્ષત્રોથી રહેલા ગ્રહ એમને ચાઉનના પાગ સિવાયના નક્ષત્રોની દૈનિક ગતિ ગારત ના હોવાથી ઉપેક્ષણીય છે આ પાચ સરેકા નાગી પગ + ૬૧૨૪ દિવસ ગી નક્ષત્રની દૈનિક ગતિ પણ ઉપેક્ષણીય છે બાકીના ચાર નક્ષત્રોને જ ગ્રહની દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ માટે લીધેલા છે આને ગણિત શાસ્ત્ર પોતાની મેળે કરી જુએ

કેટલાક ગ્રંથો ચન્દ્રકેન્દ્ર અને મધ્ય તિથિ ઓ ઉપર ચન્દ્રની સ્પષ્ટ ગતિનુ કોષ્ટક આપે છે આથી નવગાના નમ ન ગાને એવા ગ્રથના આભાર સહિત એનુ મ ક ગતિ ધ્યાન પણ મતપૂર્ણ પગ એમ મ કોઈ ન લાગી જેના આનન તેમા કોષ્ટક કેમણે જૂનો માનૂ પરી ધાર કરી તે મુદ્રણની જ ભૂલ હશે, લખનાર સુધારતા જતા કે નવુ કોષ્ટક બનાવતા જતા ભૂલ જ થતી લાગે તેમ લાગવાથી એમ મેં મુક્ત કરી આપનાર સિવાય કોઈ કીધા માં જ ગા પ્રયત્ન કરે તો ગા

સે ૬૨ સ્પષ્ટ શર = મધ્યમ શર + શરસંસ્કાર, અહિ શરસંસ્કાર ૧ દિવસમા પડતા ફરક ઘણો નાનો હોવાથી સ્પષ્ટશરગતિ = મધ્યમશર ગતિ સે ૬૦ ની ઉપપત્તિ બતાવ્યા પ્રમાણે

મધ્યમશર = ૨ ૧ શર × (સ્પષ્ટચંદ્ર − રાહુ) ની જ્યા તથી સૂક્ષ્માશ ગણિત (Differential Calculus) પ્રમાણે

$$\text{મધ્યમશરની દૈનિક ગતિ} = \frac{\text{પરમશર}}{\text{ત્રિજ્યાંક સ}} \times (\text{સ્પષ્ટ ચંદ્ર} - \text{રાહુ})$$

ની કોટિજ્યા × (સ્પષ્ટ ચંદ્ર − રાહુ) ની દૈનિક ગતિ અહિ પરમ

શર = ૫ અંશ ૮.૭૨૪ કળા ત્રિજ્યાકર્મ (radian) = ૫૭ ૩ અંશ તેથી પરમ શર ÷ ત્રિજ્યાકર્ન = .૦૯ લગભગ. અને રાહુની દૈનિક ગતિ નજીવી છે તેથી દૈનિક શર ગતિ = .૦૯ × (સ્પષ્ટ ચંદ્ર − રાહુ) ની કોજ્યા × દૈનિક ચંદ્ર સ્પષ્ટ ગતિ

ગ્રહણ વખતે ચંદ્ર રાહુ કે કેતુથી ૨૦ અંશની અંદર હોય છે તેથી (સ્પષ્ટ ચંદ્ર − રાહુ) ની કોજ્યા = ૧ (લગભગ). તેથી દૈનિક શરગતિ = .૦૯ × દૈનિક ચંદ્ર સ્પષ્ટ ગતિ. જ્યારે ચંદ્ર રાહુ કે કેતુથી ૨૦° અંશ કરતા વધારે દૂર હોય ત્યારે આ પ્રમાણે આવેલી ગતિને (સ્પષ્ટ ચંદ્ર − રાહુ) ની કોજ્યાએ ગુણવી જોઇએ

નાઇ પણ કોણની કોજ્યા લેવા માટે તે કોણને ૯૦ અંશમાંથી બાદ કરી જે વધે તેની જ્યા ભા. ૨, કો. ૭ માંથી લવી. આ જ્યા કોષ્ટકમા જ ૧૦૦૦ ગણી કરીને આપવામાં આવી છે, તેથી ચાલુ પ્રસંગમા તેનો ૧૦૦૦ મો ભાગ લેવો.

લે ૧૩. ચાઉ ! પરમ લબનને શરની પેઠે સ્વતંત્ર રીતે જ ૨૨૫ નક્ષત્ર આપીને કાઢે છે, પણ આપણે સૂર્યગ્રહણ વગેરે પ્રસંગે ચંદ્રના પરમ લંબનની જરૂર પડે છે, ત્યારે ચંદ્રની સ્પષ્ટ ગતિની પણ જરૂર પડે છે, તેથી અમે ગતિ ઉપરથી જ પરમ લંબન અને બિંબ આપ્યા છે

ચંદ્ર બિંબ = ૧૧૦૮ × $\sqrt{\text{ચંદ્રના દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિની કળા}}$

ચંદ્રપરમલંબન = ૨૦૨૮ × $\sqrt{\text{ચંદ્રની દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિની કળા}}$

આ ઉપરથી અમે કો. ૧૦ બનાવ્યુ છે. ૧૧૦૮ = [illegible] (લગભગ) અને ૨૦૨૮ = ૧૧૦૮ × ૧૧/૬ (લગભગ). તેથી પરમ લંબન = ૧૧/૬ × બિંબ અને બિંબ = ૬/૧૧ પરમ લંબન. આઉને બિંબ કાઢવા માટે રીત કે કોષ્ટક આપ્યુ નથી, કારણ કે પરમ લંબન ઉપરથી તે ઉપર મુજબ લખેલાથી નીકળી શકે છે.

૧૬ સૂર્યગણિતમાં કહેલા આપેલા ગતિ ન્યૂનન સંસ્કારો અને ચંદ્રમા આપ્યા નથી કારણ કે તેઓ બહુ વધુ અનુક્રમે ૧૦ અને ૧૮ વિકલા જેટલા નાના છે આ સંસ્કારો શું છે તે ભા ૨, પૃ ૪૧ અને ૫૧ ઉપર જણાવ્યું છે આ પૈકી ધૃવાંક સંસ્કાર સૂર્ય અને ચંદ્ર માટે એક જ છે અને તે ભા ૨ માં બતાવ્યા પ્રમાણે ચાલુ ઉદાહરણમાં ૦ છે અને ચંદ્રમા ગમ સ્થાન ગોતિણ સંસ્કારની રીત આ પ્રમાણે છે ૨૫ ૭ ચંદ્રમા ૯૦ અંશ ઉમેરતા જે આવે તેને ૨૫૦ સૂર્યમાંથી બાદ કરતા જે વધે તેની જ્યા ૭ મા આંકની ૧૦૦૦ ના ૫૦ મા ભાગ જેટલી વિકલા તે ચંદ્રનો ન્યૂનન સંસ્કાર આ જ્યા ધન (+) ઋણ (–) હોય તે પ્રમાણે આ સંસ્કાર ચંદ્રમા ઉમેરવાના કે બાદ કરવાના છે

ઉદા૦ ચાલુ ઉદાહરણમાં ૯૦ અંશ + ૨૫ ૭ ચંદ્ર = ૯૦ અંશ + ૭ અંશ ૭૫ વ્યસ્ત = ૯૭ અં ૭૫ ત્ર ૨૧ ૭ સૂર્ય – ૧૯૨ અં ૭૧ ૦૧ માંથી આ બાદ જતા ૯૦ ની જ્યા = ૧૦૦૦ તેનો ૫૦ મો ભાગ = ૨૦ વિકલા આ ન્યૂનન સંસ્કાર ધન હોવાથી આ સંસ્કાર ચંદ્રમા ઉમેરવાનો છે અહિં યાદ રાખવાનું છે કે ભા ૮ મા સંસ્કાર નોટ મળો ચંદ્ર આ બે સંસ્કારો આપ્યા નથી કારણ કે આ સંસ્કારો પછીથી આપે છે જો વધારે સૂક્ષ્મતાની જરૂર હોય તે તેમ કરે



કોષ્ટક ૧ લું

ક્ષેપક અને ગતિ

	મધ્યમ ચંદ્ર		ચંદ્રનીચ		રાહુ	
	અંશ	તનુ	અંશ	તનુ	અંશ	તનુ
ક્ષેપક	૪૩	૩૯૨૦	૧૫	૦૪૨૦	૨૩૯	૮૬૨૦
દિવસ	ગતિ		ગતિ		ઋણગતિ	
૧	૧૩	૧૭૬૪	૦	૧૧૧૪	૦	૦૫૩૦
૨	૨૬	૩૫૨૮	૦	૨૨૨૮	૦	૧૦૫૯
૩	૯	૫૨૯૦	૦	૩૩૪૦	૦	૧૫૮૯
૪	૫૨	૭૦૫૬	૦	૪૪૫૬	૦	૨૧૧૮
૫	૬૫	૮૮૨૦	૦	૫૫૭૦	૦	૨૬૪૮
૬	૭૯	૦૫૮૪	૦	૬૬૮૪	૦	૩૧૭૭
૭	૯૨	૨૨૪૮	૦	૭૭૯૮	૦	૩૭૦૭
૮	૧૦૫	૪૧૧૨	૦	૮૯૧૨	૦	૪૨૩૬
૯	૧૧૮	૫૮૭૬	૧	૦૦૨૬	૦	૪૭૬૬
૧૦	૧૩૧	૭૬૪૦	૧	૧૧૪૦	૦	૫૨૯૫
૨૦	૨૬૩	૫૨૭૯	૨	૨૨૮૧	૧	૦૫૯૧
૩૦	૩૫	૨૯૧૯	૩	૩૪૨૧	૧	૫૮૮૬
૪૦	૧૬૭	૦૫૫૯	૪	૪૫૬૨	૨	૧૧૮૨
૫૦	૨૯૮	૮૧૯૮	૫	૫૭૦૨	૨	૬૪૭૭
૬૦	૭૦	૫૮૩૮	૬	૬૮૪૩	૩	૧૭૭૨
૭૦	૨૦૨	૨૪૭૮	૭	૭૯૮૩	૩	૭૦૬૮
૮૦	૩૩૪	૧૧૧૭	૮	૯૧૨૩	૪	૨૩૬૩
૯૦	૧૦૫	૮૭૫૭	૧૦	૦૨૬૪	૪	૭૬૫૯
૧૦૦	૨૩૭	૬૩૯૭	૧૧	૧૪૦૪	૫	૨૯૫૪
૨૦૦	૧૧૫	૨૭૯૩	૨૨	૨૮૦૮	૧૦	૫૯૦૮
૩૦૦	૩૫૨	૯૧૯૦	૩૩	૪૨૧૨	૧૫	૮૮૬૨
૪૦૦	૨૩૦	૫૫૮૭	૪૪	૫૬૧૬	૨૧	૧૮૧૬
૫૦૦	૧૦૮	૧૯૮૪	૫૫	૭૦૨૦	૨૬	૪૭૭૦
૬૦૦	૩૪૫	૮૩૮૦	૬૬	૮૪૨૪	૩૧	૭૭૨૪
૭૦૦	૨૨૩	૪૭૭૭	૭૭	૯૮૨૯	૩૭	૦૬૭૯

૮૦૦	૧૦૧	૧૧૭૪	૮૦	૧૨૦૦	૪૨	૨૬૦૬
૮૦૦	૨૦૮	૭૫૭૧	૧૦૦	૨૬૩૭	૪૭	૬૫૮૫
૧૦ ૦	૦૬૬	૩૦૬૭	૧૧૧	૮૦૪૧	૬૨	૦૬૨
૦૦	૭૨	૭ ૦૫	૦૦૨	૮ ૮૨	૧૦૫	૦૦૭૮
૦૦૦૦	૨૮૮	૧૦૦૨	૩૦૮	૨૧૨૨	૧૫૮	૮૬૬૮
૮૦ ૦	૧૪૬	૫૮૬૦	૮૫	૬૧૬	૦૧૧	૮૧૫૭
૬ ૦૦	૧	૮૮૦૭	૧૮૭	૦૦૦૪	૦ ૪	૦૬૮૬
૬૦ ૦	૦૧૮	૩૮૦૮	૩ ૮	૪૨૮૬	૦૧૭	૦૨ ૬
૭૦૦	૭૪	૦૭૦૧	૫૦	૮૨૮	૧૦	૬૭૦૬
૮૦૦૦	૦૦૧	૧૭૩૮	૧૭૧	૨૦૨	૬૩	૬૦૧૮
૮૦૦	૧૪૭	૫૬૭૦૬	૨૮૦	૬ ૬૭	૧૧૬	૫૮૬૩
૧૦૦ ૦	૦	૮૬૭૦	૩૮	૦૪૦૮	૧૬૦	૫ ૦૦
૨૦૦૦૦	૭	૮૩૪૬	૬૮	૦૧૬	૦૦૮	૦૦૮૪
૩૦૦૦૦	૧૧	૮ ૧૦	૧૦૦	૧૦૨૪	૧૪૮	૧૦૦
૪ ૦૦૦	૧૫	૮૬૦૦	૧ ૬	૧૬૦૨	૦૧૮	૧૬
૫ ૦૦૦	૧૦	૮૦ ૫	૧૦	૦	૧૦૦	૦૬૧
૬૦૦૦૦	૨૩	૮૦૩૮	૨૦૮	૦૪૮	૦ ૭	૨૩૫૦
૭૦૦૦૦	૦૭	૦૭૧૧	૨ ૮	૦૮૬	૧ ૬	૦૪૬૫
૮ ૦૦૦	૧	૭૩૮૪	૦૭૦	૦૨ ૮	૦૫૬	૩૧ ૮
૮૦૦૦૦	૩૫	૦૦૫૭	૦૦૬	૬૭૨	૮૬	૮૬૦૦
૧૦૦૦૦૦	૦	૬૭૦૦	૩૮૦	૪૦૮૦	૨૬૬	૩ ૦
ચાર						
૧	૦	૫૪ ૦		૦૦૪૬		૦
૨	૧	૦૮૮૦		૦૦૯		૦ ૮૪
૩	૧	૬૪૭૧		૧૦		૦ ૬૬
૪	૨	૧૮૬૧		૦૧૮૬		૦૦૮૮
૫	૨	૭૪૫૧		૦૦ ૨		૦૧૧૦
૬	૦	૦૮૪૧		૦૨૭૮		૦૧૦૮
૭	૩	૮૪૩૧		૩૦૬		૦૧૬૫
૮	૪	૨૧		૦૩૭૧		૦૧૭૭
૯	૪	૮૪૬૨		૦૮૧૮		૦૧૮૮
૧૦	૫	૪૮૦૨		૦૪૬૪		૦૨૦૧
૨	૧	૮૦ ૦		૦ ૦		૬

મિનિટ				
૧	૦	૦૦૯૨	૦૦૦૧	૦૦૦૦
૨	૦	૦૧૮૩	૦૦૦૨	૦૦૦૧
૩	૦	૦૨૭૫	૦૦૦૨	૦૦૦૧
૪	૦	૦૩૬૬	૦૦૦૩	૦૦૦૧
૫	૦	૦૪૫૭	૦૦૦૪	૦૦૦૨
૬	૦	૦૫૪૯	૦૦૦૫	૦૦૦૨
૭	૦	૦૬૪૧	૦૦૦૫	૦૦૦૩
૮	૦	૦૭૩૨	૦૦૦૬	૦૦૦૨
૯	૦	૦૮૦૪	૦૦૦૭	૦૦૦૩
૧૦	૦	૦૯૧૫	૦૦૦૮	૦૦૦૪
૨૦	૦	૧૮૩૦	૦૦૧૫	૦૦૦૭
૩૦	૦	૨૭૪૫	૦૦૨૩	૦૦૧૧
૪૦	૦	૩૬૬૦	૦૦૩૧	૦૦૧૪
૫૦	૦	૪૫૭૫	૦૦૩૮	૦૦૧૮
	૦			
સેકંડ	૦			
	૦			
૧	૦	૦૦૦૨	૦૦૦૦	
૨	૦	૦૦૦૩	૦૦૦૦	
૩	૦	૦૦૦૫	૦૦૦૦	
૪	૦	૦૦૦૬	૦૦૦૦	
૫	૦	૦૦૦૮	૦૦૦૦	
૬	૦	૦૦૦૯	૦૦૦૦	
૭	૦	૦૦૧૧	૦૦૦૦	શૂન્ય
૮	૦	૦૦૧૨	૦૦૦૦	
૯	૦	૦૦૧૪	૦૦૦૦	
૧૦	૦	૦૦૧૫	૦૦૦૦	
૨૦	૦	૦૦૩૧	૦૦૦૦	
૩૦	૦	૦૦૪૬	૦૦૦૦	
૪૦	૦	૦૦૬૧	૦૦૦૧	
૫૦	૦	૦૦૭૭	૦૦૦૧	

કોષ્ઠક ૨ જું. કાલાંતર સંસ્કાર

ઈ સ	મધ્યમ ચંદ્ર અને રાહુ	ચંદ્રનીચ	
	તનુ	અંશ	તનુ
૦	+ ૭૦૨૮	- ૩	૫૧૪૦
૧૦૦	૬૩૧૭	૩	૧૫૮૫
૨૦૦	૫૬૪૧	૨	૮૨૦૫
૩૦૦	૫૦૦૨	૨	૫૦૧૦
૪૦૦	૪૪૦૦	૨	૨૦૦૦
૫૦૦	૩૮૩૭	૧	૯૧૮૫
૬૦૦	૩૩૧૨	૧	૬૫૬૦
૭૦૦	૨૮૨૫	૧	૪૧૦૫
૮૦૦	૨૩૦૬	૧	૧૮૮૦
૯૦૦	૧૯૬૬	૦	૯૮૩૦
૧૦૦૦	૧૫૯૪	૦	૭ ૧૦
૧૧૦૦	૧૨૬૧		૬૩૦૧
૧૨૦૦	૦૯૬૬	૦	૪૮૩૦
૧૩૦૦	૦૭૧૧	૦	૩૧૫
૧૪૦૦	૦૪૯૬	૦	૨૪૮૦
૧૫૦૦	૦૩૧૭	૦	૧૧૮૫
૧૬૦૦	૦૧૭૮	૦	૦૮૯૦
૧૭૦૦	૦૦૭૯	૦	૯૧
૧૮૦૦	૦૦૨૦	૦	૦૧૦૦
૧૯૦૦	૦૦૦૦	૦	૦૦૦૦
૨૦૦૦	૦૦૨૦	૦	૦૧૦૦
૨૧૦૦	૦૦૭૯	૦	૦૩૯૧
૨૨૦૦	૦૧૭૮	૦	૦૯૦૦
૨૩૦૦	૦૩૧૯	૦	૧૫૯૧
૨૪૦૦	૦૪૯૮	૦	૨૪૯૦
૨૫૦૦	૦૭૧૯	૦	૩૬૮૫
૨૬૦૦	૦૯૮૦	૦	૪૯૦૦
૨૭૦૦	૧૨૮૧	૦	૬૪૦૫
૨૮૦૦	૧૬૨૪	૦	૮૧૨૦
૨૯૦૦	૨૦૦૬	૧	૦૦૩૦
૩૦૦૦	૪	૧	૨૧

કોષ્ઠક ૩ જું: ચંદ્રનો ૧ લો સંસ્કાર

ઉપકરણ:	અંશ	સંસ્કાર અંશ	સંસ્કાર તનુ	ઉપકરણ:	અંશ	સંસ્કાર અંશ	સંસ્કાર તનુ
૦	૩૬૦	૦	૦૦૦૦	૩૧	૩૨૯	૩	૪૩૭૫
૧	૩૫૯	૦	૧૧૭૮	૩૨	૩૨૮	૩	૫૩૪૪
૨	૩૫૮	૦	૨૦૫૪	૩૩	૩૨૭	૩	૬૩૦૧
૩	૩૫૭	૦	૩૫૩૦	૩૪	૩૨૬	૩	૭૨૪૫
૪	૩૫૬	૦	૪૭૦૫	૩૫	૩૨૫	૩	૮૧૭૫
૫	૩૫૫	૦	૫૮૭૮	૩૬	૩૨૪	૩	૯૦૯૧
૬	૩૫૪	૦	૭૦૪૯	૩૭	૩૨૩	૩	૯૯૯૬
૭	૩૫૩	૦	૮૨૧૭	૩૮	૩૨૨	૪	૦૮૮૧
૮	૩૫૨	૦	૯૩૮૨	૩૯	૩૨૧	૪	૧૭૫૫
૯	૩૫૧	૧	૦૫૮૩	૪૦	૩૨૦	૪	૨૬૧૪
૧૦	૩૫૦	૧	૧૭૦૦	૪૧	૩૧૯	૪	૩૪૫૭
૧૧	૩૪૯	૧	૨૮૫૪	૪૨	૩૧૮	૪	૪૨૮૫
૧૨	૩૪૮	૧	૪૦૦૩	૪૩	૩૧૭	૪	૫૦૯૮
૧૩	૩૪૭	૧	૫૧૪૬	૪૪	૩૧૬	૪	૫૮૯૪
૧૪	૩૪૬	૧	૬૨૮૪	૪૫	૩૧૫	૪	૬૬૭૭
૧૫	૩૪૫	૧	૭૪૧૬	૪૬	૩૧૪	૪	૭૪૩૯
૧૬	૩૪૪	૧	૮૫૪૦	૪૭	૩૧૩	૪	૮૧૮૭
૧૭	૩૪૩	૧	૯૬૫૯	૪૮	૩૧૨	૪	૮૯૧૮
૧૮	૩૪૨	૨	૦૭૭૦	૪૯	૩૧૧	૪	૯૬૩૧
૧૯	૩૪૧	૨	૧૮૭૩	૫૦	૩૧૦	૫	૦૩૨૯
૨૦	૩૪૦	૨	૨૯૬૯	૫૧	૩૦૯	૫	૧૦૦૮
૨૧	૩૩૯	૨	૪૦૫૫	૫૨	૩૦૮	૫	૧૬૭૦
૨૨	૩૩૮	૨	૫૧૩૫	૫૩	૩૦૭	૫	૨૩૧૩
૨૩	૩૩૭	૨	૬૨૦૨	૫૪	૩૦૬	૫	૨૯૪૦
૨૪	૩૩૬	૨	૭૨૬૧	૫૫	૩૦૫	૫	૩૫૪૭
૨૫	૩૩૫	૨	૮૩૧૦	૫૬	૩૦૪	૫	૪૧૩૮
૨૬	૩૩૪	૨	૯૩૪૯	૫૭	૩૦૩	૫	૪૭૦૯
૨૭	૩૩૩	૩	૦૩૭૭	૫૮	૩૦૨	૫	૫૨૬૨
૨૮	૩૩૨	૩	૧૩૯૪	૫૯	૩૦૧	૫	૫૭૯૬
૨૯	૩૩૧	૩	૨૪૦૦	૬૦	૩૦૦	૫	૬૩૧૨
૩૦	૩ ૦	૩	૩૩૯૪				

કે ૩ (ચાલુ)

ઉપકરણ:	અંશ	સંસ્કાર અંશ	સંસ્કાર તનુ	ઉપકરણ:	અંશ	સંસ્કાર અંશ	સંસ્કાર તનુ
૬૧	૨૯૯	૫	૬૮૧૦	૯૧	૨૬૯	૬	૨૭૦૩
૬૨	૨૯૮	૫	૭૨૮૭	૯૨	૨૬૮	૬	૨૬૦૧
૬૩	૨૯૭	૫	૭૭૪૫	૯૩	૨૬૭	૬	૨૪૭૯
૬૪	૨૯૬	૫	૮૧૮૫	૯૪	૨૬૬	૬	૨૩૩૯
૬૫	૨૯૫	૫	૮૬૦૫	૯૫	૨૬૫	૬	૨૧૮૦
૬૬	૨૯૪	૫	૯૦૦૭	૯૬	૨૬૪	૬	૨૦૦૪
૬૭	૨૯૩	૫	૯૩૮૯	૯૭	૨૬૩	૬	૧૮૦૯
૬૮	૨૯૨	૫	૯૭૫૧	૯૮	૨૬૨	૬	૧૫૯૬
૬૯	૨૯૧	૬	૦૦૯૫	૯૯	૨૬૧	૬	૧૩૬૪
૭૦	૨૯૦	૬	૦૪૧૮	૧૦૦	૨૬૦	૬	૧૧૧૫
૭૧	૨૮૯	૬	૦૭૨૨	૧૦૧	૨૫૯	૬	૦૮૪૮
૭૨	૨૮૮	૬	૧૦૦૭	૧૦૨	૨૫૮	૬	૦૫૬૩
૭૩	૨૮૭	૬	૧૨૭૨	૧૦૩	૨૫૭	૬	૦૨૬૨
૭૪	૨૮૬	૬	૧૫૧૬	૧૦૪	૨૫૬	૫	૯૯૪૨
૭૫	૨૮૫	૬	૧૭૬૧	૧૦૫	૨૫૫	૫	૯૬૦૫
૭૬	૨૮૪	૬	૧૯૪૮	૧૦૬	૨૫૪	૫	૯૨૫૨
૭૭	૨૮૩	૬	૨૧૩૪	૧૦૭	૨૫૩	૫	૮૮૮૨
૭૮	૨૮૨	૬	૨૩૦૧	૧૦૮	૨૫૨	૫	૮૪૯૫
૭૯	૨૮૧	૬	૨૪૪૮	૧૦૯	૨૫૧	૫	૮૦૯૨
૮૦	૨૮૦	૬	૨૫૭૫	૧૧૦	૨૫૦	૫	૭૬૭૨
૮૧	૨૭૯	૬	૨૬૮૪	૧૧૧	૨૪૯	૫	૭૨૩૭
૮૨	૨૭૮	૬	૨૭૭૪	૧૧૨	૨૪૮	૫	૬૭૮૩
૮૩	૨૭૭	૬	૨૮૪૩	૧૧૩	૨૪૭	૫	૬૩૧૫
૮૪	૨૭૬	૬	૨૮૯૨	૧૧૪	૨૪૬	૫	૫૮૩૩
૮૫	૨૭૫	૬	૨૯૨૨	૧૧૫	૨૪૫	૫	૫૩૩૩
૮૬	૨૭૪	૬	૨૯૩૩	૧૧૬	૨૪૪	૫	૪૮૧૯
૮૭	૨૭૩	૬	૨૮૨૫	૧૧૭	૨૪૩	૫	૪૨૮૯
૮૮	૨૭૨	૬	૨૮૯૯	૧૧૮	૨૪૨	૫	૩૭૪૧
૮૯	૨૭૧	૬	૨૮૫૩	૧૧૯	૨૪૧	૫	૩૧૮૬
૯૦	૨૭૦	૬	૨૭૮૭	૧૨૦	૨૪૦	૫	૨૬૧૨

ઉપકરણ:	અંશ	સંસ્કાર અંશ	સંસ્કાર તનુ	ઉપકરણ:	અંશ	સંસ્કાર અંશ	સંસ્કાર તનુ
૧૨૧	૨૩૯	૫	૨૦૨૪	૧૫૧	૨૦૯	૨	૮૭૭૧
૧૨૨	૨૩૮	૫	૧૮૨૨	૧૫૨	૨૦૮	૨	૭૮૫૨
૧૨૩	૨૩૭	૫	૦૮૦૭	૧૫૩	૨૦૭	૨	૬૯૨૧
૧૨૪	૨૩૬	૫	૦૧૭૬	૧૫૪	૨૦૬	૨	૫૯૮૩
૧૨૫	૨૩૫	૪	૯૫૩૩	૧૫૫	૨૦૫	૨	૫૦૩૮
૧૨૬	૨૩૪	૪	૮૮૭૬	૧૫૬	૨૦૪	૨	૪૦૮૭
૧૨૭	૨૩૩	૪	૮૨૦૭	૧૫૭	૨૦૩	૨	૩૧૨૮
૧૨૮	૨૩૨	૪	૭૫૨૪	૧૫૮	૨૦૨	૨	૨૧૬૭
૧૨૯	૨૩૧	૪	૬૮૨૮	૧૫૯	૨૦૧	૨	૧૧૯૭
૧૩૦	૨૩૦	૪	૬૧૨૧	૧૬૦	૨૦૦	૨	૦૨૨૩
૧૩૧	૨૨૯	૪	૫૪૦૧	૧૬૧	૧૯૯	૧	૯૨૪૩
૧૩૨	૨૨૮	૪	૪૬૭૦	૧૬૨	૧૯૮	૧	૮૨૫૮
૧૩૩	૨૨૭	૪	૩૯૨૫	૧૬૩	૧૯૭	૧	૭૨૬૯
૧૩૪	૨૨૬	૪	૩૧૬૯	૧૬૪	૧૯૬	૧	૬૨૭૬
૧૩૫	૨૨૫	૪	૨૪૦૫	૧૬૫	૧૯૫	૧	૫૨૮૦
૧૩૬	૨૨૪	૪	૧૬૨૪	૧૬૬	૧૯૪	૧	૪૨૭૮
૧૩૭	૨૨૩	૪	૦૮૩૬	૧૬૭	૧૯૩	૧	૩૨૭૪
૧૩૮	૨૨૨	૪	૦૦૩૭	૧૬૮	૧૯૨	૧	૨૨૬૫
૧૩૯	૨૨૧	૩	૯૨૨૭	૧૬૯	૧૯૧	૧	૧૨૫૪
૧૪૦	૨૨૦	૩	૮૪૦૬	૧૭૦	૧૯૦	૧	૦૨૪૦
૧૪૧	૨૧૯	૩	૭૫૭૧	૧૭૧	૧૮૯	૦	૯૨૨૩
૧૪૨	૨૧૮	૩	૬૭૩૫	૧૭૨	૧૮૮	૦	૮૨૦૪
૧૪૩	૨૧૭	૩	૫૮૯૦	૧૭૩	૧૮૭	૦	૭૧૮૩
૧૪૪	૨૧૬	૩	૫૦૨૭	૧૭૪	૧૮૬	૦	૬૧૬૧
૧૪૫	૨૧૫	૩	૪૧૬૧	૧૭૫	૧૮૫	૦	૫૧૩૬
૧૪૬	૨૧૪	૩	૩૨૮૩	૧૭૬	૧૮૪	૦	૪૧૧૧
૧૪૭	૨૧૩	૩	૨૩૯૯	૧૭૭	૧૮૩	૦	૩૦૮૪
૧૪૮	૨૧૨	૩	૧૫૦૪	૧૭૮	૧૮૨	૦	૨૦૫૬
૧૪૯	૨૧૧	૩	૦૬૦૩	૧૭૯	૧૮૧	૦	૧૦૨૮
૧૫૦	૨૧૦	૨	૯૬૯૪	૧૮૦	૧૮૦	૦	૦૦૦૦

ઉપકરણ	અંશ			ક્રા. ૪ થું અંશ	તનુ	ક્રા ૫ મું તનુ	ક્રા ૬ ઠ્ઠું તનુ	ક્રા ૭ મુ તનુ	ક્રા. ૮ મું અંશ	તનુ	ક્રા. ૯ મું તનુ
૦	૧૮૦	૧૮૦	૩૬૦	૦	૦૦૦૦	૦૦૦૦	૦૦૦૦	૦૦૦૦	૦	૦૦૦૦	૦૦૦૦
૧	૧૭૯	૧૮૧	૩૫૯	૦	૦૨૨૨	૦૧૧૫	૦૦૩૨	૦૦૨૦	૦	૦૮૯૮	૦૦૨૬
૨	૧૭૮	૧૮૨	૩૫૮	૦	૦૪૪૪	૦૨૩૦	૦૦૬૪	૦૦૪૦	૦	૧૭૯૬	૦૦૫૧
૩	૧૭૭	૧૮૩	૩૫૭	૦	૦૬૬૭	૦૩૪૫	૦૦૯૭	૦૦૬૦	૦	૨૬૯૩	૦૦૭૭
૪	૧૭૬	૧૮૪	૩૫૬	૦	૦૮૮૯	૦૪૫૯	૦૧૨૯	૦૦૮૦	૦	૩૫૮૯	૦૧૦૨
૫	૧૭૫	૧૮૫	૩૫૫	૦	૧૧૧૦	૦૫૭૪	૦૧૬૨	૦૧૦૦	૦	૪૪૮૫	૦૧૨૮
૬	૧૭૪	૧૮૬	૩૫૪	૦	૧૩૩૨	૦૬૮૮	૦૧૯૪	૦૧૨૦	૦	૫૩૭૮	૦૧૫૩
૭	૧૭૩	૧૮૭	૩૫૩	૦	૧૫૫૩	૦૮૦૨	૦૨૨૬	૦૧૩૯	૦	૬૨૭૧	૦૧૭૯
૮	૧૭૨	૧૮૮	૩૫૨	૦	૧૭૭૩	૦૯૧૬	૦૨૫૮	૦૧૫૯	૦	૭૧૬૧	૦૨૦૪
૯	૧૭૧	૧૮૯	૩૫૧	૦	૧૯૯૩	૧૦૩૦	૦૨૯૦	૦૧૭૯	૦	૮૦૪૯	૦૨૩૦
૧૦	૧૭૦	૧૯૦	૩૫૦	૦	૨૨૧૨	૧૧૪૩	૦૩૨૨	૦૧૯૯	૦	૮૯૩૫	૦૨૫૫
૧૧	૧૬૯	૧૯૧	૩૪૯	૦	૨૪૩૧	૧૨૫૬	૦૩૫૪	૦૨૧૯	૦	૯૮૧૮	૦૨૮૦
૧૨	૧૬૮	૧૯૨	૩૪૮	૦	૨૬૪૯	૧૩૬૯	૦૩૮૬	૦૨૩૯	૧	૦૬૯૮	૦૩૦૫
૧૩	૧૬૭	૧૯૩	૩૪૭	૦	૨૮૬૬	૧૪૮૧	૦૪૧૮	૦૨૫૮	૧	૧૫૭૫	૦૩૩૦
૧૪	૧૬૬	૧૯૪	૩૪૬	૦	૩૦૮૨	૧૫૯૩	૦૪૪૯	૦૨૭૭	૧	૨૪૪૮	૦૩૫૫
૧૫	૧૬૫	૧૯૫	૩૪૫	૦	૩૨૯૭	૧૭૦૪	૦૪૮૦	૦૨૯૬	૧	૩૩૧૭	૦૩૮૦
૧૬	૧૬૪	૧૯૬	૩૪૪	૦	૩૫૧૨	૧૮૧૫	૦૫૧૧	૦૩૧૫	૧	૪૧૮૩	૦૪૦૫
૧૭	૧૬૩	૧૯૭	૩૪૩	૦	૩૭૨૧	૧૯૨૫	૦૫૪૨	૦૩૩૪	૧	૫૦૪૪	૦૪૨૯
૧૮	૧૬૨	૧૯૮	૩૪૨	૦	૩૯૩૭	૨૦૩૪	૦૫૭૩	૦૩૫૩	૧	૫૯૦૦	૦૪૫૪
૧૯	૧૬૧	૧૯૯	૩૪૧	૦	૪૧૪૮	૨૧૪૩	૦૬૦૪	૦૩૭૨	૧	૬૭૫૨	૦૪૭૮

ઉપકરણ : અંશ				ક્રો. ૪ શું		ક્રો ૫ મું	ક્રો ૬ ઠું	ક્રો ૭ મું	ક્રો ૮ મું		ક્રો. ૯ મું
				અંશ	તત્તુ	તત્તુ	તત્તુ	તત્તુ	અંશ	તત્તુ	તત્તુ
૨૦	૧૬૦	૨૦૦	૩૪૦	૦	૪૭૫૭	૨૭૫૨	૦૬૩૫	૦૩૯૧	૧	૭૫૯૮	૦૫૦૨
૨૧	૧૫૯	૨૦૧	૩૩૯	૦	૪૫૬૬	૨૩૫૯	૦૬૬૫	૦૪૧૦	૧	૮૪૪૦	૦૫૨૬
૨૨	૧૫૮	૨૦૨	૩૩૮	૦	૪૭૭૩	૨૪૬૬	૦૬૯૫	૦૪૨૯	૧	૯૨૭૫	૦૫૫૦
૨૩	૧૫૭	૨૦૩	૩૩૭	૦	૪૯૭૮	૨૫૭૨	૦૭૨૫	૦૪૪૭	૨	૦૧૦૫	૦૫૭૪
૨૪	૧૫૬	૨૦૪	૩૩૬	૦	૫૧૮૨	૨૬૭૮	૦૭૫૫	૦૪૬૫	૨	૦૯૨૮	૦૫૯૭
૨૫	૧૫૫	૨૦૫	૩૩૫	૦	૫૩૮૪	૨૭૮૨	૦૭૮૪	૦૪૮૩	૨	૧૭૪૬	૦૬૨૦
૨૬	૧૫૪	૨૦૬	૩૩૪	૦	૫૫૮૫	૨૮૮૬	૦૮૧૩	૦૫૦૧	૨	૨૫૫૬	૦૬૪૪
૨૭	૧૫૩	૨૦૭	૩૩૩	૦	૫૭૮૪	૨૯૮૯	૦૮૪૨	૦૫૧૯	૨	૩૩૬૦	૦૬૬૭
૨૮	૧૫૨	૨૦૮	૩૩૨	૦	૫૯૮૧	૩૦૯૧	૦૮૭૧	૦૫૩૭	૨	૪૧૫૬	૦૬૮૮
૨૯	૧૫૧	૨૦૯	૩૩૧	૦	૬૧૭૬	૩૧૯૨	૦૯૦૦	૦૫૫૫	૨	૪૯૪૧	૦૭૧૨
૩૦	૧૫૦	૨૧૦	૩૩૦	૦	૬૩૭૦	૩૨૯૨	૦૯૨૮	૦૫૭૨	૨	૫૭૨૦	૦૭૩૪
૩૧	૧૪૯	૨૧૧	૩૨૯	૦	૬૫૬૨	૩૩૯૧	૦૯૫૬	૦૫૮૯	૨	૬૫૦૧	૦૭૫૬
૩૨	૧૪૮	૨૧૨	૩૨૮	૦	૬૭૫૧	૩૪૮૯	૦૯૮૪	૦૬૦૬	૨	૭૨૬૬	૦૭૭૮
૩૩	૧૪૭	૨૧૩	૩૨૭	૦	૬૯૩૯	૩૫૮૫	૧૦૧૧	૦૬૨૩	૨	૮૦૨૮	૦૮૦૦
૩૪	૧૪૬	૨૧૪	૩૨૬	૦	૭૧૨૪	૩૬૮૧	૧૦૩૮	૦૬૪૦	૨	૮૭૭૯	૦૮૨૧
૩૫	૧૪૫	૨૧૫	૩૨૫	૦	૭૩૦૭	૩૭૭૬	૧૦૬૫	૦૬૫૬	૨	૯૫૧૦	૦૮૪૨
૩૬	૧૪૪	૨૧૬	૩૨૪	૦	૭૪૮૮	૩૮૬૯	૧૦૯૧	૦૬૭૨	૩	૦૨૮૪	૦૮૬૩
૩૭	૧૪૩	૨૧૭	૩૨૩	૦	૭૬૬૭	૩૯૬૨	૧૧૧૭	૦૬૮૮	૩	૦૯૬૬	૦૮૮૩
૩૮	૧૪૨	૨૧૮	૩૨૨	૦	૭૮૪૪	૪૦૫૩	૧૧૪૩	૦૭૦૪	૩	૧૬૪૧	૦૯૦૪
૩૯	૧૪૧	૨૧૯	૩૨૧	૦	૮૦૧૮	૪૧૪૩	૧૧૬૮	૦૭૨૦	૩	૨૩૨૧	૦૯૨૪

ઉપકરણ : અંશ				કો. ૪ થું અંશ	કો. ૪ થું તનુ	કો. ૫ મું તનુ	કો. ૬ ઠું તનુ	કો. ૭ મું તનુ	કો. ૮ મું અંશ	કો. ૮ મું તનુ	કો. ૯ મું તનુ
૪૦	૧૪૦	૨૨૦	૩૨૦	૦	૮૧૮૯	૪૨૩૨	૧૧૯૩	૦૭૩૫	૩	૩૦૭૮	૦૯૪૮
૪૧	૧૩૯	૨૨૧	૩૧૯	૦	૮૩૫૮	૪૩૧૯	૧૨૧૮	૦૭૫૦	૩	૩૭૫૭	૦૯૬૩
૪૨	૧૩૮	૨૨૨	૩૧૮	૦	૮૫૨૫	૪૪૦૫	૧૨૪૨	૦૭૬૫	૩	૪૪૩૦	૦૯૮૨
૪૩	૧૩૭	૨૨૩	૩૧૭	૦	૮૬૮૯	૪૪૯૦	૧૨૬૬	૦૭૮૦	૩	૫૦૯૭	૧૦૦૧
૪૪	૧૩૬	૨૨૪	૩૧૬	૦	૮૮૫૦	૪૫૭૩	૧૨૮૯	૦૭૯૪	૩	૫૭૬૩	૧૦૨૦
૪૫	૧૩૫	૨૨૫	૩૧૫	૦	૯૦૦૯	૪૬૫૫	૧૩૧૨	૦૮૦૮	૩	૬૩૮૪	૧૦૩૮
૪૬	૧૩૪	૨૨૬	૩૧૪	૦	૯૧૬૪	૪૭૩૫	૧૩૩૫	૦૮૨૨	૩	૭૦૧૩	૧૦૫૬
૪૭	૧૩૩	૨૨૭	૩૧૩	૦	૯૩૧૮	૪૮૧૫	૧૩૫૭	૦૮૩૬	૩	૭૬૩૧	૧૦૭૪
૪૮	૧૩૨	૨૨૮	૩૧૨	૦	૯૪૬૮	૪૮૯૨	૧૩૭૯	૦૮૫૦	૩	૮૨૩૮	૧૦૯૧
૪૯	૧૩૧	૨૨૯	૩૧૧	૦	૯૬૧૫	૪૯૬૮	૧૪૦૧	૦૮૬૩	૩	૮૮૩૩	૧૧૦૮
૫૦	૧૩૦	૨૩૦	૩૧૦	૦	૯૭૬૦	૫૦૪૩	૧૪૨૨	૦૮૭૬	૩	૯૪૧૬	૧૧૨૫
૫૧	૧૨૯	૨૩૧	૩૦૯	૦	૯૯૦૧	૫૧૧૬	૧૪૪૨	૦૮૮૯	૩	૯૯૮૭	૧૧૪૧
૫૨	૧૨૮	૨૩૨	૩૦૮	૧	૦૦૩૯	૫૧૮૮	૧૪૬૨	૦૯૦૧	૪	૦૫૪૬	૧૧૫૭
૫૩	૧૨૭	૨૩૩	૩૦૭	૧	૦૧૭૫	૫૨૫૮	૧૪૮૨	૦૯૧૩	૪	૧૦૯૩	૧૧૭૩
૫૪	૧૨૬	૨૩૪	૩૦૬	૧	૦૩૦૭	૫૩૨૬	૧૫૦૧	૦૯૨૫	૪	૧૬૨૭	૧૧૮૮
૫૫	૧૨૫	૨૩૫	૩૦૫	૧	૦૪૩૬	૫૩૯૩	૧૫૨૦	૦૯૩૭	૪	૨૧૪૮	૧૨૦૪
૫૬	૧૨૪	૨૩૬	૩૦૪	૧	૦૫૬૨	૫૪૫૮	૧૫૩૯	૦૯૪૮	૪	૨૬૫૭	૧૨૧૭
૫૭	૧૨૩	૨૩૭	૩૦૩	૧	૦૬૮૫	૫૫૨૧	૧૫૫૭	૦૯૫૯	૪	૩૧૫૩	૧૨૩૧
૫૮	૧૨૨	૨૩૮	૩૦૨	૧	૦૮૦૪	૫૫૮૩	૧૫૭૪	૦૯૭૦	૪	૩૬૩૬	૧૨૪૫
૫૯	૧૨૧	૨૩૯	૩૦૧	૧	૦૯૨૦	૫૬૪૩	૧૫૯૧	૦૯૮૦	૪	૪૧૦૫	૧૨૫૯

ઉપકરણ		અંશ		કો ૪ થું અંશ	કો ૪ થું તનુ	કો ૫ મું તનુ	કો ૬ ઠું તનુ	કો ૭ મું તનુ	કો ૮ મું અંશ	કો ૮ મું તનુ	કો ૯ મું તનુ
૬૦	૧૨૦	૨૪૦	૩૦૦	૧	૧૦૩૦	૫૭૦૧	૧૬૦૭	૦૯૯૦	૪	૪૫૬૦	૧૨૭૨
૬૧	૧૧૯	૨૪૧	૨૯૯	૧	૧૧૪૩	૫૭૫૮	૧૬૨૩	૧૦૦૦	૪	૫૦૦૩	૧૨૮૪
૬૨	૧૧૮	૨૪૨	૨૯૮	૧	૧૨૪૯	૫૮૧૨	૧૬૩૯	૧૦૧૦	૪	૫૪૩૧	૧૨૯૬
૬૩	૧૧૭	૨૪૩	૨૯૭	૧	૧૩૫૦	૫૮૬૬	૧૬૫૪	૧૦૧૯	૪	૫૮૪૬	૧૩૦૮
૬૪	૧૧૬	૨૪૪	૨૯૬	૧	૧૪૫૧	૫૯૧૭	૧૬૬૮	૧૦૨૮	૪	૬૨૪૭	૧૩૨૦
૬૫	૧૧૫	૨૪૫	૨૯૫	૧	૧૫૪૬	૫૯૬૬	૧૬૮૨	૧૦૩૬	૪	૬૬૩૬	૧૩૩૧
૬૬	૧૧૪	૨૪૬	૨૯૪	૧	૧૬૩૯	૬૦૧૪	૧૬૯૫	૧૦૪૪	૪	૭૦૦૬	૧૩૪૨
૬૭	૧૧૩	૨૪૭	૨૯૩	૧	૧૭૨૭	૬૦૬૦	૧૭૦૮	૧૦૫૨	૪	૭૩૬૪	૧૩૫૨
૬૮	૧૧૨	૨૪૮	૨૯૨	૧	૧૮૧૨	૬૧૦૪	૧૭૨૧	૧૦૬૦	૪	૭૭૦૮	૧૩૬૨
૬૯	૧૧૧	૨૪૯	૨૯૧	૧	૧૮૯૪	૬૧૪૬	૧૭૩૩	૧૦૬૭	૪	૮૦૩૬	૧૩૭૧
૭૦	૧૧૦	૨૫૦	૨૯૦	૧	૧૯૭૨	૬૧૮૬	૧૭૪૪	૧૦૭૪	૪	૮૩૫૨	૧૩૮૦
૭૧	૧૦૯	૨૫૧	૨૮૯	૧	૨૦૪૬	૬૨૨૪	૧૭૫૫	૧૦૮૧	૪	૮૬૫૧	૧૩૮૮
૭૨	૧૦૮	૨૫૨	૨૮૮	૧	૨૧૧૭	૬૨૬૧	૧૭૬૫	૧૦૮૭	૪	૮૯૩૬	૧૩૯૬
૭૩	૧૦૭	૨૫૩	૨૮૭	૧	૨૧૮૪	૬૨૯૫	૧૭૭૫	૧૦૯૩	૪	૯૨૦૬	૧૪૦૪
૭૪	૧૦૬	૨૫૪	૨૮૬	૧	૨૨૪૭	૬૩૨૮	૧૭૮૪	૧૦૯૯	૪	૯૪૬૧	૧૪૧૧
૭૫	૧૦૫	૨૫૫	૨૮૫	૧	૨૩૦૬	૬૩૫૯	૧૭૯૩	૧૧૦૪	૬	૯૭૦૦	૧૪૧૮
૭૬	૧૦૪	૨૫૬	૨૮૪	૧	૨૩૬૨	૬૩૮૮	૧૮૦૧	૧૧૦૯	૪	૯૯૨૫	૧૪૨૫
૭૭	૧૦૩	૨૫૭	૨૮૩	૧	૨૪૧૪	૬૪૧૪	૧૮૦૮	૧૧૧૪	૫	૦૧૩૫	૧૪૩૧
૭૮	૧૦૨	૨૫૮	૨૮૨	૧	૨૪૬૨	૬૪૩૯	૧૮૧૫	૧૧૧૮	૫	૦૩૩૦	૧૪૩૬
૭૯	૧૦૧	૨૫૯	૨૮૧	૧	૨૫૦૬	૬૪૬૨	૧૮૨૨	૧૧૨૨	૫	૦૫૦૯	૧૪૪૧

ઉપકરણ : અંશ				કો. ૪ થું		કો ૫ મું	કો. ૬ ઠું	કો. ૭ મું	કો. ૮ મું		કો. ૯ મું
				અંશ	તનુ	તનુ	તનુ	તનુ	અંશ	તનુ	તનુ
૮૦	૧૦૦	૨૬૦	૨૮૦	૧	૨૫૪૭	૬૪૮૩	૧૮૨૮	૧૧૨૬	૫	૦૬૭૨	૧૪૪૧
૮૧	૯૯	૨૬૧	૨૭૯	૧	૨૫૮૩	૬૫૦૨	૧૮૩૩	૧૧૨૯	૫	૦૮૨૦	૧૪૫૦
૮૨	૯૮	૨૬૨	૨૭૮	૧	૨૬૧૬	૬૫૧૯	૧૮૩૮	૧૧૩૨	૫	૦૯૫૩	૧૪૧૮
૮૩	૯૭	૨૬૩	૨૭૭	૧	૨૬૪૫	૬૫૩૪	૧૮૪૨	૧૧૩૫	૫	૧૦૭૦	૧૪૫૬
૮૪	૯૬	૨૬૪	૨૭૬	૧	૨૬૭૦	૬૫૪૭	૧૮૪૬	૧૧૩૭	૫	૧૧૬૨	૧૪૬૦
૮૫	૯૫	૨૬૫	૨૭૫	૧	૨૬૯૨	૬૫૫૮	૧૮૪૯	૧૧૩૯	૫	૧૨૫૮	૧૪૬૩
૮૬	૯૪	૨૬૬	૨૭૪	૧	૨૭૦૯	૬૫૬૭	૧૮૫૧	૧૧૪૧	૫	૧૩૨૯	૧૪૬૫
૮૭	૯૩	૨૬૭	૨૭૩	૧	૨૭૨૩	૬૫૭૪	૧૮૫૩	૧૧૪૨	૫	૧૩૮૨	૧૪૬૬
૮૮	૯૨	૨૬૮	૨૭૨	૧	૨૭૩૨	૬૫૭૯	૧૮૫૫	૧૧૪૩	૫	૧૪૨૩	૧૪૬૭
૮૯	૯૧	૨૬૯	૨૭૧	૧	૨૭૩૮	૬૫૮૨	૧૮૫૬	૧૧૬૩	૫	૧૪૪૬	૧૪૬૮
૯૦	૯૦	૨૭૦	૨૭૦	૧	૨૭૪૦	૬૫૮૩	૧૮૫૬	૧૧૪૩	૫	૧૪૫૪	૧૪૬૮



કોઠક ૧૦ મું

ચંદ્રનું બિંબ અને પરમ લંબન
ઉપકરણ: ચંદ્રની દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ

ચંદ્રની દૈનિક સ્પષ્ટ ગતિ	ચંદ્રબિંબ		ચંદ્રનું પરમ લંબન	
કલા	કલા	વિકલા	કલા	વિકલા
૬૮૦	૨૮	૫૪	૫૨	૫૦
૬૯૦	૨૯	૬	૫૩	૧૬
૭૦૦	૨૯	૧૯	૫૩	૩૯
૭૧૦	૨૯	૩૧	૫૪	૨
૭૨૦	૨૯	૪૪	૫૪	૨૫
૭૩૦	૨૯	૫૬	૫૪	૪૮
૭૪૦	૩૦	૮	૫૫	૧૦
૭૫૦	૩૦	૨૧	૫૫	૩૨
૭૬૦	૩૦	૩૩	૫૫	૫૪
૭૭૦	૩૦	૪૫	૫૬	૧૬
૭૮૦	૩૦	૫૭	૫૬	૩૮
૭૯૦	૩૧	૯	૫૭	૦
૮૦૦	૩૧	૨૦	૫૭	૨૨
૮૧૦	૩૧	૩૨	૫૭	૪૩
૮૨૦	૩૧	૪૪	૫૮	૪
૮૩૦	૩૧	૫૫	૫૮	૨૬
૮૪૦	૩૨	૭	૫૮	૪૭
૮૫૦	૩૨	૧૮	૫૯	૮
૮૬૦	૩૨	૩૦	૫૯	૨૮
૮૭૦	૩૨	૪૧	૫૯	૪૯
૮૮૦	૩૨	૫૨	૬૦	૧૦
૮૯૦	૩૩	૩	૬૦	૩૦
૯૦૦	૩૩	૧૪	૬૦	૫૦
૯૧૦	૩૩	૨૫	૬૧	૧૧
૯૨૦	૩૩	૩૬	૬૧	૩૧

ખગોલગણિત

ભાગ ૪ : ગ્રહણગણિત

પ્રકરણ ૧ લું : ચંદ્રગ્રહણ

૧. **ચંદ્રગ્રહણમર્યાદા.** જ્યારે સૂર્યચંદ્ર વચ્ચે ૧૮૦ અંશનું અંતર થાય ત્યારે પૂનેમની તિથિ પૂરી થાય છે. ચંદ્રગ્રહણ આ સમયે જ થાય છે, પણ દર પૂનેમે ચંદ્રગ્રહણ થતું નથી. રાહુમાં ૧૮૦ અંશ ઉમેરવાથી કેતુ આવે છે. જો પૂનેમને અંતે રાહુ કે કેતુથી સૂર્યનું અંતર

(૧) ૯ અંશ કરતાં ઓછું હોય, તો ચંદ્રગ્રહણ થવું જ જોઈએ,

(૨) ૧૩ અંશ કરતાં વધારે હોય, તો ચંદ્રગ્રહણ ન જ થાય અને

(૩) ૯ થી ૧૩ અંશની વચ્ચે હોય, તો ચંદ્રગ્રહણ કદાચ થાય અને કદાચ ન પણ થાય આનો નિર્ણય ગણિત કર્યા પછી જ થઈ શકે છે

વળી જ્યારે ચંદ્રગ્રહણ થતું હોય ત્યારે પણ જ્યાં તે વખતે રાત્રિ હશે, ત્યાં જ તે દેખાશે સૂર્યોદયની પછી કે સૂર્યાસ્તની પહેલાં બે કલાકની અંદર પૂનેમ પૂરી થતી હોય તો ગ્રહણ દેખાશે કે નહિ એ અનિશ્ચિત છે અને તેનો નિર્ણય પણ ગણિત કર્યા પછી જ થઈ શકે છે આ બે સમયો સિવાયના દિવસના ભાગમાં પૂનેમ પૂરી થતી હોય તો ગ્રહણ નહિ દેખાય એ સ્પષ્ટ છે.

ઉદા૦ ૧૯૬૧ માર્ચ ૨૭ ને રોજ (સ્ટા ટા ૧ ક ૧૫ મિ) સ્પષ્ટ સૂર્ય = ૧૮૩ અંશ (ભા ૧. લે ૩૦) અને સ્પષ્ટ ચંદ્ર =

૩ અંશ (ભા. ૩, લે. ૮) આથી આ દિવસે પૂનેમ છે. વળી રાહુ = ૫ અંશ (ભા. ૧૩, લે. ૩), તેથી કેતુ = ૧૮૫ અંશ કેતુ − સૂર્ય = ૧૮૫ − ૧૮૩ = ૨ અંશ. તેથી આ દિવસે ચંદ્રગ્રહણ જરૂર થશે. વળી સ્ટાં. ટા. ૧ ક. ૧૫ મિ. સમયે ચંદ્ર − સૂર્ય = ૩ − ૧૮૩ = ૧૮૦ અંશ. આથી આ સમયે (રાતના ૧ વાગે) પૂનેમ પુરી થાય છે. તેથી આ ગ્રહણ આપણને દેખાશે પણ ખરૂ.

૨. નીચેનું કોષ્ટક ભા.૧ ને આરંભે જ આપ્યુ છે છતાં સગવડ ખાતર અહિં ફરીને આપીએ છીએ:- ૧ અંશ = ૧૦ અસુ = ૧૦૦ વ્યસુ = ૧૦૦૦ પ્રવ્યસુ = ૧૦૦૦૦ તનુ = ૧૦૦૦૦૦ વિતનુ. ચંદ્રગ્રહણ તેમ જ સૂર્યગ્રહણના બધા ગણિતમા પ્રવ્યસુ કરતા નાના પરિમાણોના આકડા લેવાની જરૂર નથી. જ્યા કલા, વિકલા હોય ત્યાં વિકલા સુધીના આકડા લેવા.

૩. **પર્વાન્ત કાલ** પર્વાન્ત એટલે પુનેમનો અંત. તે કાઢવા માટે પૂનેમના દિવસનો કોઇપણ સમય નક્કી કરી (આ સમય પૂનેમના અંતની જેટલો નજીક હોય તેટલુ વધારે સારૂ) તે સમયનો સ્પષ્ટ સૂર્ય અને તેની સ્પષ્ટ દિનગતિ ભા. ૧ પ્રમાણે કાઢો અને ભા. ૩ પ્રમાણે તે જ સમયનો સ્પષ્ટ ચંદ્ર તથા તેની સ્પષ્ટ દિનગતિ કાઢો સૂર્યચંદ્રની અને તેઓની ગતિઓની બાદબાકી ઉપરથી સૂર્યચંદ્ર વચ્ચેનું અંતર ૧૮૦ અંશ ક્યારે થાય છે તે કાઢો તે જ પર્વાન્તકાલ.

ઉદા૦ ૧૯૩૧, સપ્ટે. ૨૭ સ્ટા. ટા ૧ ક. ૧૫ મિ. સમયે:-

સ્પષ્ટ સૂર્ય = ૧૮૨ અંશ ૭૫૦ પ્રવ્યસુ (ભા. ૧, લે ૨૦) સ્પષ્ટ ચંદ્ર = ૨ અં. ૭૫૦ પ્ર. (ભા. ૩, લે. ૯). તેથી સ્પષ્ટ ચંદ્ર − સ્પષ્ટ સૂર્ય = ૧૮૦ અં. (આમ અહિં સ્ટા. ટા. ૧ ક ૧૫ મિ. પર્વાન્ત આવી જાય છે, પણ આમ હમેશાં બને નહિ, તેથી રીત બતાવવા ખાતર આ દાખલો આગળ ચલાવીએ છીએ.) ૧૮૦ અં. − ૧૮૦ અં. = ૦ પ્ર ચંદ્રની અને સૂર્યની સ્પષ્ટ દિન

ગતિ અનુક્રમે ૧૧ અં. ૮૨૩ પ્ર.= ૧૧૮૨૩ પ્ર. (લે. ૧૧) અને ૯૮૧ પ્ર. (ભા. ૧, લે. ૩૨). ૧૧૮૨૩ − ૯૮૧ = ૧૦૮૪૨ પ્ર. આટલા માટે ૨૪ કલાક લાગે, તો ૦ પ્ર. માટે ૦ ક ૦ મિ. લાગે. તેથી ૧ ક. ૧૫ મિ. + ૦ ક. ૦ મિ. = ૧ ક. ૧૫ મિ. પર્વાન્તકાલ.

૪. પર્વસંસ્કાર અને ગ્રહણમધ્યકાલ. જે આગે ગ્રહણનો ગ્રાસ વધારેમાં વધારે હોય તેને ગ્રહણનો **મધ્યકાલ** કહે છે. આ અને પર્વાન્તકાલની વચ્ચે થોડું અંતર હોય છે, તેને **પર્વસંસ્કાર** કહે છે. પર્વાન્તકાલમા પર્વસંસ્કાર કરવાથી ગ્રહણ-કાલ આવે છે. પર્વસંસ્કાર કાઢવાની રીતઃ—પર્વાન્તકાલના શરના પ્રઅસુને ૧૩ થી ગુણી સૂર્યચંદ્રની સ્પષ્ટ દિનગતિની બાદબાકીના વ્યસુથી ભાગવાથી પર્વસંસ્કાર મિનિટમાં આવશે. તેને સેકંડ સુધી કાઢવો. ગ્રહણ વખતે ચંદ્ર રાહુની વધારે નજીક હોય તો રાહુપર્વ અને કેતુની વધારે નજીક હોય તો કેતુપર્વ કહેવાય છે. ઉત્તર શર ધન (+) અને દક્ષિણ શર ઋણ (−) કહેવાય છે પર્વસંસ્કારની નિશાની (+ કે −) રાહુપર્વ વખતે શર કરતા ઉલટી, અને કેતુ-પર્વ વખતે શર પ્રમાણે હોય છે. પર્વસંસ્કાર + કે − હોય તે પ્રમાણે તેને પર્વાન્તકાલમા ઉમેરવાથી કે બાદ કરવાથી ગ્રહણમધ્ય ગ્રહણમધ્યકાલ આવે છે.

ઉદા૦ ભા. ૩, લે. ૧૦ પ્રમાણે શર = − ૦ અં. ૨૪૩૦ ન. = ૨૪૩ પ્ર. ગયા લેખ પ્રમાણે સૂર્ય ચંદ્રની સ્પષ્ટ દિનગતિની બાદબાકી =૧૦૮૪૨ પ્ર. =૧૦૮૪ વ્ય ૨૪૩×૧૩÷૧૦૮૪= ૨ મિ. ૫૫ સે. પર્વસંસ્કાર. ચંદ્ર = ૩ અંશ અને રાહુ = ૫ અંશ હોવાથી રાહુપર્વ છે. અને શર દક્ષિણ (−) છે, તેથી પર્વસંસ્કાર ધન (+) છે, તે પર્વાન્તકાલમાં ઉમેરવાથી ગ્રહણમધ્યમકાલ = ૧ ક. ૧૫ મિ. + ૨ મિ. ૫૫ સે. = ૧ ક. ૧૭ મિ. ૫૫ સે

૫ સૂર્યચંદ્રની ગતિ, બિબ, ચંદ્રનો શર, પરમ લમ્બન વગેરે જે આકડાઓની જરૂર હવે પડશે તે ખરી રીતે ગ્રહણમધ્યકાલના હોવા જોઈએ પણ મ મ. કા અને પર્વાન્તકાળ વચ્ચે એટલું થોડુ અંતર હોય છે કે ઉપના આકડા પર્વાન્તકાળના હશે તો પણ ચાલશે, કારણ કે તેઓ બને કાલ માટે લગભગ સરખા જ આવે છે પરતુ આ આકડા આ બેમાથી એક કાલના તો જરૂર હોવા જોઈએ, જો ન હોય, તો સૂર્યચંદ્રની ગતિ, શરગતિ વગેરે અગાઉ આવી ગયેલા ગણિતની મદદથી તેને ઉપના બેમાથી એક કાલના લાવવા

૬. ચદ્રપરમલમ્બનના બમણામાથી સૂર્યબિંબ બાદ કરતા જે આવે તેમા તેનો ૫૦ મો ભાગ ઉમેરવાથી **ભૂભા** આવે છે

૭ ભૂભાબિબ અને ચદ્રબિબના સરવાળાનુ અર્ધુ તે **માનૈક્યખંડ**. આના કરતા શર * મોટો હોય તો ગ્રહણ થતુ નથી અને નાનો હોય તો થાય છે જો ગ્રહણ થતુ હોય, તો માનૈક્ય ખડમાથી શર * બાદ કરવાથી **પરમ ગ્રાસ** આવે છે પરમ ગ્રાસ એટલે ગ્રહણ દરમ્યાનનો મોટામા મોટો ગ્રાસ, અને તે ગ્રહણ મધ્યકાલે હોય છે.

૮. આ પરમ ગ્રાસ ચદ્રબિબ કરતા નાનો હોય તો **ખડગ્રાસ** ગ્રહણ થાય છે, એટલે આખુ ચદ્રબિબ ઘેરાતુ નથી, પણ જો તે ચદ્રબિબ કરતા મોટો હોય તો **ખગ્રાસ** ગ્રહણ થાય છે, એટલે આખુ ચદ્રબિબ ઘેરાઈ જાય છે ખગ્રાસ ગ્રહણ હોય ત્યારે ઉપર આવેલા પરમ ગ્રાસમાથી ચદ્રબિબ બાદ કરવાથી **ખગ્રાસ** આવે છે

૯ **ગ્રાસની દિશા** શર ઉત્તર હોય તો ગ્રાસ ચદ્રબિબના દક્ષિણ ભાગ તરફ અને શર દક્ષિણ હોય તો ગ્રાસ ચંદ્રબિબના

* અહિ તેમજ નીચેના ગણિતમા શર ચિન્હ (+ કે −) વિનાનો લેવાનો છે

ઉત્તર ભાગ તરફ હોય છે, ખગ્રાસ ગ્રહણમાં પણ ગ્રાસની શરૂઆત ઉપર પ્રમાણે થાય છે

૧૦ પરમ ગ્રાસનો અર્થ. ચંદ્રના બિંબનો એટલે વ્યાસનો વધારેમાં વધારે જેટલો ભાગ ઘેરાય તે પરમ ગ્રાસ. ખંડગ્રાસ ગ્રહણ વખતે આનો અર્થ સ્પષ્ટ છે. પણ ખગ્રાસ ગ્રહણ વખતે પરમ ગ્રાસ અને ખગ્રાસ એવા બે મોટામા મોટા ગ્રાસ એક જ વખતે (ગ્રહણ-મધ્યકાલે) આવે છે એમ ઉપર જણાવ્યું છે. આ બંને ગ્રાસનો અર્થ નીચે પ્રમાણે છેઃ—

જ્યારે શર ઉત્તર હોય ત્યારે ગ્રહણમધ્યકાલે ભૂભા (પૃથ્વીની છાયા) ની ઉત્તર કિનારીથી

(૧) ચંદ્રની દક્ષિણ કિનારીનું અંતર તે **પરમ ગ્રાસ** અને
(૨) ચંદ્રની ઉત્તર કિનારીનુ અંતર તે **ખગ્રાસ.**

તે જ પ્રમાણે જ્યારે શર દક્ષિણ હોય ત્યારે ગ્રહણમધ્યકાલે ભૂભાની દક્ષિણ કિનારીથી

(૧) ચંદ્રની ઉત્તર કિનારીનુ અંતર તે **પરમ ગ્રાસ** અને
(૨) ચંદ્રની દક્ષિણ કિનારીનુ અંતર તે **ખગ્રાસ.**

૧૧. ઉદા૦ ચાલુ ઉદાહરણમાં ભા. ૧, ચે. ૨૬ માંથી સૂર્ય-મંદકેન્દ્ર=૨૬૩ અંશ તે ઉપરથી ભા. ૨, કો. ૬ માથી સૂર્યબિંબ = ૩૨ કલા ૦ વિકલા. ભા. ૩, સે. ૧૩ માથી ચંદ્રપરમલંબન = ૫૪ કલા ૧ વિકલા. તેથી ભૂભા = ૨ × (૫૪ ક. ૧ વિ.) − ૩૨ ક. ૦ વિ. + આટલાનો ૫૦ મો ભાગ = ૭૬ ક. ૨ વિ. + આનો ૫૦ મો ભાગ = ૭૬ ક. ૨ વિ. + ૧ ક. ૩૧ વિ. = ૭૭ ક. ૩૩ વિ. ભા ૩, લે. ૧૩ માંથી ચંદ્રબિંબ = ૨૯ કલા ૩૦ વિકલા. તેથી માનૈક્યખંડ = ½ (૭૭ ક. ૩૩ વિ. + ૨૯ ક. ૩૦ વિ.) = ½ (૧૦૭ ક. ૩ વિ.) = ૫૩ ક. ૩૨ વિ. ભા. ૩,

લે. ૧૦ પ્રમાણે શર = − ૧૪ ક. ૩૫ વિ. તેથી ગ્રહણ થશે પરમ ગ્રાસ = ૫૩ ક. ૩૨ વિ. − ૧૪ ક. ૩૫ વિ = ૩૮ ક. ૫૭ વિ. આ ચંદ્ર બિંબ કરતાં મોટો છે તેથી ખગ્રાસ ગ્રહણ થશે. ખગ્રાસ = ૩૮ ક. ૫૭ વિ. − ૨૯ ક. ૩૦ વિ. = ૯ ક. ૨૭ વિ. શર દક્ષિણ છે, તેથી ગ્રાસની શરૂઆત ચંદ્રબિંબના ઉત્તર ભાગ તરફથી થશે.

૧૨. ગ્રહણનું મહત્વ (magnitude) પરમ ગ્રાસને ૧૦૦૦ થી ગુણી તેને ચંદ્રબિંબથી ભાગવાથી જે આવે તેટલા 'સહસ્રાંશ' ગ્રહણનું મહત્ત્વ કહેવાય છે.

ઉદા૦ ૩૮ ક. ૫૭ વિ. × ૧૦૦૦ ÷ ૨૯ ક. ૩૦ વિ. = ૧૩૨૦ 'સહસ્રાંશ' ગ્રહણનું મહત્ત્વ આનો અર્થ એ છે કે ચંદ્રબિંબના ૧૦૦૦ સરખા ભાગ કરીએ તો તેવા ૧૩૨૦ ભાગની બરોબર પરમ ગ્રાસ છે. મહત્ત્વને દશાંશ રૂપમા લખવાનો રિવાજ છે, જેમકે અહિં મહત્ત્વ = ૧.૩૨૦. આ રૂપમાં ચંદ્રબિંબ = ૧ ગણેલ છે.

૧૩. સ્પર્શકાળ અને મોક્ષકાળ. ગ્રહણના આરંભને **સ્પર્શકાળ** અને અંતને **મોક્ષકાળ** કહે છે. ચિન્હ વિનાના શરના બમણામાં પરમ ગ્રાસ ઉમેરી સરવાળાને પરમ ગ્રાસથી ગુણી ગુણાકારનું વર્ગમૂળ લેવાથી **ગ્રહણસ્થિતિ** કોણાત્મક આવશે. સૂર્યચંદ્રની સ્પષ્ટ દિનગતિની બાદબાકી એ ગ્રહણસ્થિતિ ભોગવવાની ગતિ છે એમ સમજી કોણાત્મક ગ્રહણસ્થિતિને કાલાત્મક કરવી. તેને ગ્રહણમધ્યકાળમાં બાદ કરવાથી સ્પર્શકાળ અને ઉમેરવાથી મોક્ષકાળ આવશે

ઉદા૦ શર (ભા. ૩, લે. ૧૦) = ૧૪ ક. ૩૫ વિ. તેને × ૨ = ૨૯ ક. ૧૦ વિ. તેમાં + પરમ ગ્રાસ (લે. ૧૧) ૩૮ ક. ૫૭ વિ. = ૬૮ ક. ૭ વિ. = ૪૦૮૭ વિ. ૩૮ ક. ૫૭ વિ. =

૨૩૩૭ વિ. $\sqrt{\text{૪૦૮૭ × ૨૩૩૭}}$ = ૩૦૯૦ વિકલા = $\frac{\text{૩૦૯૦ × ૧૦૦૦}}{\text{૩૬૦૦}}$ પ્રવ્યસુ ગ્રહણસ્થિતિ, કારણ કે ૩૬૦૦ વિકલા=૧ અંશ = ૧૦૦૦ પ્રવ્યસુ.

લે. ૩ માંથી સૂર્યચંદ્રની સ્પષ્ટ દિનગતિની બાદબાકી=૧૦૮૪૨ પ્રવ્યસુ. આને માટે ૨૪ × ૬૦ × ૬૦ સેકંડ લાગે તો ઉપરની ગ્રહણસ્થિતિ માટે $\frac{\text{૩૦૯૦ × ૧૦૦૦ × ૨૪ × ૬૦ × ૬૦}}{\text{૩૬૦૦ × ૧૦૮૪૨}}$

સે. = $\frac{\text{૩૦૯૦ × ૧૦૦૦ × ૨૪}}{\text{૧૦૮૪૨}}$ સે. = $\frac{\text{૩૦૯૦ × ૧૦૦૦ × ૪}}{\text{૧૮૦૭}}$ સે.

= $\frac{\text{૧૨૩૬૦૦૦૦}}{\text{૧૮૦૭}}$ સે. = ૬૮૪૦ સે. = ૧૧૪ મિ. = ૧ ક. ૫૪ મિ. ગ્રહણગાધ્યકાળ = ૧ ક. ૧૭ મિ. ૫૫ સે. તેથી સ્પર્શકાળ = ૧ ક ૧૭ મિ. ૫૫ સે. − ૧ ક. ૫૪ મિ. = ૨૩ ક. ૨૩ મિ. ૫૫ સે. (આગલી તારીખના) અને મોક્ષ કાળ = ૧ ક. ૧૭ મિ. ૫૫ સે. + ૧ ક. ૫૪ મિ. = ૩ ક. ૧૧ મિ. ૫૫ સે.

૧૪. સંમીલનકાળ અને ઉન્મીલનકાળ. ખગ્રાસ ગ્રહણના આરંભને **સંમીલનકાળ** અને અંતને **ઉન્મીલનકાળ** કહે છે. સ્પર્શકાળ અને મોક્ષકાળ કાઢવાની રીતમા પરમ ગ્રાસને બદલે ખગ્રાસ લેવાથી અને બાકીની બધી રીત તેજ પ્રમાણે કરવાથી સંમીલનકાળ અને ઉન્મીલનકાળ આવે છે.

ઉદા૦ ૧૧૨ × ૨=૨૯ ક. ૧૦ વિ. તેમાં+ખગ્રાસ (લે. ૧૧) ૯ ક. ૨૭ વિ. = ૩૮ ક. ૩૭ વિ. = ૨૩૧૭ વિ. ૯ ક. ૨૭ વિ. = ૫૬૭ વિ. $\sqrt{\text{૨૩૧૭ × ૫૬૭}}$=૧૧૪૬ વિકલા = $\frac{\text{૧૧૪૬ × ૧૦૦૦}}{\text{૩૬૦૦}}$

પ્રગ્રહણ અર્ધસ્થિતિ. (આને ગ્રહણસ્થિતિને બદલે મર્દસ્થિતિ કહે છે.) આને માટે સે. ૧૩ ના ઉદાહરણ મુજબ $\frac{૧૧૪૬ \times ૧૦૦૦ \times ૨૪ \times ૬૦ \times ૬૦}{૩૬૦૦ \times ૧૦૮૪૨}$ સે.

$= \frac{૧૧૪૬ \times ૧૦૦૦ \times ૨૪}{૧૦૮૪૨}$ સે. $= \frac{૧૧૪૬ \times ૧૦૦૦ \times ૪}{૧૮૦૭}$ સે.

$= \frac{૪૫૮૪૦૦૦}{૧૮૦૭}$ સે. = ૨૫૩૭ સે. = ૪૨ મિ. ૧૭ સે. ગ્રહણ મધ્યકાળ = ૧ ક. ૧૭ મિ. ૫૫ સે. તેથી સંમીલનકાળ = ૧ ક. ૧૭ મિ ૫૫ સે.–૪૨ મિ. ૧૭ સે. = ૦ ક. ૩૫ મિ. ૩૮ સે અને ઉન્મીલનકાળ = ૧ ક. ૧૭ મિ. ૫૫ સે. + ૪૨ મિ. ૧૭ સે. = ૨ ક. ૦ મિ. ૧૨ સે.

૧૫. પર્વકાળ. સ્પર્શકાળથી મોક્ષકાળ સુધીના વખતને પર્વકાળ કહે છે, ગ્રહણસ્થિતિને ૨ વડે ગુણવાથી પણ પર્વકાળ આવે છે.

ઉદા૦ પર્વકાળ = મોક્ષકાળ – સ્પર્શકાળ = ૩ ક. ૧૧ મિ. ૫૫ સે. – ૨૩ ક. ૨૩. મિ ૫૫ સે. (આગલી તારીખના) = ૩ ક ૪૮ મિ. અથવા પર્વકાળ = ૨ × ગ્રહણસ્થિતિ = ૨ × ૧ ક. ૫૪ મિ. = ૩ ક. ૪૮ મિ.

૧૬. ચંદ્રગ્રહણમાં હંમેશાં સ્પર્શ ચંદ્રબિંબના પૂર્વ તરફના ભાગમાં અને મોક્ષ પશ્ચિમ તરફના ભાગમાં થાય છે આ ઉપરાંત ગ્રાસ ઉત્તર તરફ કે દક્ષિણ તરફ થશે તે લે ૯ માં બતાવ્યું છે. પણ સ્પર્શ અને મોક્ષ ચંદ્ર બિંબના બરાબર કયા બિંદુએ થશે તે હજુ અમે કહ્યુ નથી, તે નીચે કહીએ છીએ. આને માટે (૧) સ્થાનાંશ, (૨) વિક્ષેપવલન અને (૩) અયનવલન એ ત્રણ ગણિત જાણવાની જરૂર છે, માટે તે ગણિત નીચે આપીએ છીએ. ચંદ્રના બિંદુને ઉત્તર ધ્રુવ (ધ્રુવના તારા) સાથે જોડનારી લીટી ચંદ્રની

કિનારીને જે બિંદુમાં કાપે તે બિંદુને ચંદ્રની કિનારીના ઉત્તર બિંદુ તરીકે આ ગણિતમાં ગણવામા આવ્યું છે અને બીજી બધી દિશાઓ પણ તેને અનુસરીને જ ગણવામાં આવી છે.

૧૭ **સ્થાનાંશ.** ચિન્હ વિનાના શરને ૧૦૦૦ થી ગુણી માનૈકયખંડથી ભાગતાં જે આવે તેને જ્યા તરીકે ગણીને ભા. ૨, કો. ૭ માથી કોણ કાઢવો. જો શર ઉત્તર હોય તો આ કોણને ૯૦ અંશમાં ઉમેરવો, અને જો શર દક્ષિણ હોય તો આ કોણને ૯૦ અશમાથી બાદ કરવો. આમ કરવાથી સ્થાનાંશ આવશે, તે સ્પર્શ માટે ઋણ અને મોક્ષ માટે ધન માનવા.

ઉદા૦ શર = ૧૪ ક. ૩૫ વિ. = ૮૭૫ વિ. તેને × ૧૦૦૦ = ૮૭૫૦૦૦ વિ. માનૈકયખંડ = ૫૩ ક. ૩૨ વિ. = ૩૨૧૨ વિ. ૮૭૫૦૦૦ ÷ ૩૨૧૨ = ૨૭૨ આટલી જ્યા માટે કોણ = ૧૫ અં. ૪૬. ક શર દક્ષિણ છે, માટે ૯૦ અ. − ૧૫ અ. ૪૬ ક. = ૭૪ અં. ૧૪ ક. તેથી સ્પર્શ માટે સ્થાનાશ = − ૭૪ અં. ૧૪ ક. અને મોક્ષ માટે સ્થાનાશ = + ૭૪ અ. ૧૪ ક

૧૮. **વિક્ષેપવલન.** ચદ્ર રાહુની વધારે નજીક હોય ત્યારે વિક્ષેપવલન = + ૫ અશ અને કેતુની વધારે નજીક હોય ત્યારે વિક્ષેપવલન = − ૫ અંશ.

ઉદા૦ અહિ ચંદ્ર = ૩ અ. અને રાહુ = ૫ અં. હોવાથી વિક્ષેપવલન + ૫ અં.

૧૯ **અયનવલન.** ચદ્રમાં ૯૦ અંશ ઉમેરવાથી જે આવે તેટલો સૂર્ય છે એમ સમજી તે સૂર્યની ક્રાંતિ ભા. ૨, કો ૬ માથી કાઢો. આ સૂર્ય ૦ થી ૧૮૦ અંશ સુધીમાં હોય તો ક્રાંતિ ધન જાણવી અને આ સૂર્ય ૧૮૦ થી ૩૬૦ અંશ સુધીમાં હોય તો ક્રાંતિ ઋણ જાણવી. આ ક્રાંતિ તેજ અયનવલન

ઉદા૦ અહિં ચંદ્ર = ૨ અં. ૪૫ ક. તેમાં + ૯૦ અં. = ૯૨ અં. ૪૫ ક સૂર્ય માનીને તેની ક્રાંતિ = + ૨૩ અં. ૨૫ ક. = અયનવલન.

૨૦. ઉત્તર ધ્રુવથી સ્પર્શ અને મોક્ષની દિશા. સ્થાનાંશ, વિક્ષેપવલન અને અયનવલન મળીને દિશા આવે છે તે ધન હોય તો ઉત્તરથી ગણતાં પશ્ચિમ તરફ અને ઋણ હોય તો પૂર્વ તરફ જાણવી.

ઉદા૦ અહિં સ્પર્શદિશા = – ૭૪ અં. ૧૪ ક. + ૫ અં. + ૨૩ અંશ ૨૫ ક. = – ૪૫ અં. ૪૯ ક. એટલે ઉત્તરથી ૪૫ અં. ૪૯ ક. પૂર્વ તરફ.

મોક્ષદિશા = + ૭૪ અં. ૧૪ ક. + ૫ અં. + ૨૩ અં. ૨૫ ક = + ૧૦૨ અં. ૩૯ ક એટલે ઉત્તરથી ૧૦૨ અં. ૩૯ ક પશ્ચિમ તરફ

૨૧. ક્ષિતિજના ઉત્તર બિંદુથી સ્પર્શ અને મોક્ષની દિશા. ઉપર આવેલી દિશા ઉત્તર ધ્રુવ પ્રમાણેની છે ઉત્તર ધ્રુવ બધાં સ્થળ માટે એકજ હોવાથી આ દિશા બધાં સ્થળ માટે સરખી જ છે. પણ દરેક સ્થળનું ક્ષિતિજ જુદું હોવાથી ક્ષિતિજ પરનું ઉત્તર બિંદુ પણ દરેક સ્થળનું જુદું છે, તેથી ક્ષિતિજના ઉત્તર બિંદુથી માપેલી દિશાનું નીચેનું ગણિત પણ જુદાં જુદાં સ્થળ માટે જુદું જુદું આવશે તેને માટે **અક્ષવલન** કાઢવાની જરૂર છે, માટે તેની રીત નીચે આપીએ છીએ.

૨૨. અક્ષવલન. સ્પર્શ તથા મોક્ષના સ્ટાંડર્ડ ટાઇમમાં, ઇષ્ટ સ્થળનું રેખાંતર (ભા. ૨ કો. ૨) પૂર્વ હોય તો ઉમેરવાથી અને પશ્ચિમ હોય તો બાદ કરવાથી સ્થાનિક કાલ (લોકલ ટાઇમ) આવે છે. આ કાલ મધ્ય રાત્રિની પહેલાનો હોય તો તેને ૨૪ કલાકમાંથી બાદ કરી તેને ૧૫ થી ગુણવાથી **નતકાલાંશ** આવશે. તેની જ્યા (ભા. ૨, કો. ૭) ને ઇષ્ટ સ્થળના અક્ષાંશ (ભા.

• કો ન) ની લાજ્યા ઉમેરી ૧૦૦૦૦૦ બાદ કરવાથી અક્ષ-વનનની લાજ્યા આવશે તે ઉપરથી અક્ષવલન કાઢવુ તે સ્થાનિક મધ્યરાત્રિ પહેલા ધન અને સ્થાનિક મધ્યરાત્રિ પછી ઋણ જાણવુ ઉત્તર ધ્રુવથી આવેલી દિશામા અક્ષવલન લગાડવાથી ઇષ્ટ સ્થળના ક્ષિતિજના ઉત્તર બિંદુથી માપેલી દિશા આવશે. એટલે ક્ષિતિજ પરના ઉત્તર બિંદુને ચદ્રના મધ્યબિંદુ સાથે જોડનાર લીટી ચદ્રની કિનારીને જ્યા કાપે તે ચદ્રની ઉત્તર દિશા ગણીને તેને અનુસરીને બધી દિશા આવશે ધન દિશા ઉત્તરથી પશ્ચિમ તરફ અને ઋણ દિશા ઉત્તરથી પૂર્વ તરફ જાણવી

ઉદા૦ અહિ સ્પર્શકાળ=સ્ટા ટા ૨૩ ક ૨૩ મિ ૫૫ સે તેમાથી અમદાવાદનુ રેખાતર ૩૯ મિ ૪૦ સે (પશ્ચિમ) બાદ કરવાથી સ્થાનિક કાલ=૨૨ ક ૪૪ મિ ૧૫ સે તેને ૨૪ ક માથી બાદ કરવાથી ૧ ક ૧૫ મિ ૪૫ સે તેને × ૧૫ = ૧૮ અ. ૫૬ ક નતકાલાશ તેની લાજ્યા=૯૫૧૧૧ અમદાવાદના અક્ષાશ ૨૩ અ ૨ ક તેની લાજ્યા = ૯૫૯૨૫ ૯૫૧૧૧ + ૯૫૯૨૫–૧૦=૯૧૦૩૬ તે ૭ અં ૧૮ ક ની લાજ્યા છે માટે અક્ષવલન=+૭ અ ૧૮ ક તે ઉત્તર ધ્રુવથી આવેલી દિશા–૪૫અ ૪૯ ક મા લગાડવાથી સ્પર્શની દિશા= –૩૮ અ ૩૧ ક અમદાવાદના ક્ષિતિજના ઉત્તર બિંદુથી ૩૮ અ ૩૧ ક પૂર્વ તરફ આવી

મોક્ષકાળ=૩ ક ૧૧ મિ ૫૫ સે સ્ટા ટા તેમાથી અમદાવાદના રેખાતર ૩૯ મિ ૪૦ સે (પશ્ચિમ) બાદ કરવાથી સ્થાનિક સમ=૨ ક ૩૨ મિ ૧૫ સે તેને × ૧૫=૩૮ અ ૪ ક નતકાલાશ તેની લાજ્યા=૯૭૮૮૯ અમદાવાદના અક્ષાશ ૨૩ અ ૨ ક તેની લાજ્યા=૯૫૯૨૫ ૯૭૮૯૯+૯૫૯૨૫–૧૦=૯૩૮૨૪ તે ૧૩ અ ૫૮ ક ની લાજ્યા છે માટે અક્ષવલન= –૧૩ અ ૫૮ ક તે ઉત્તર ધ્રુવથી આવેલી દિશા+૧૦૨ અ ૩૯ ક મા લગાડવાથી

મોક્ષની દિશા=+૮૮ અં. ૪૧ ક. એટલે અમદાવાદના ક્ષિતિજના ઉત્તર બિંદુથી ૮૮ અં. ૪૧ ક. પશ્ચિમ તરફ આવી.

૨૩. ખસ્વસ્તિકથી સ્પર્શ અને મોક્ષની દિશાઓ. દિશાઓના ઉપરના બે પ્રકાર ઉપરાંત એક ત્રીજો પણ પ્રકાર છે અને તે આ પ્રમાણે:—ચંદ્રબિંબને ઘડિયાળનું મુખ (ડાયલ) સમજી જે પ્રમાણે ઘડિયાળમાં મિનિટો ગણીએ છીએ તે પ્રમાણે સ્પર્શ મોક્ષના અંશો ગણવા. એટલે ૦ અંશ બિંબના સૌથી ઊંચા ભાગ આગળ, ૧૮૦ અંશ સૌથી નીચા ભાગ આગળ, ઈ૦

આ પ્રકારના દિશાના ગણિતમાં ત્રિકોનલગ્નનતાંશની જરૂર પડે છે; તેનું ગણિત સૂર્યગ્રહણમાં આવે છે, તેથી આ પ્રકારની દિશાઓનું ગણિત ત્યાર પછી જ આપ્યું છે. જુઓ 'સૂર્યગ્રહણ' માં ખસ્વસ્તિકથી સ્પર્શ અને મોક્ષની દિશાઓ' લે. ૬૧.

(ખસ્વસ્તિક એટલે આકાશમાંનું આપણા માથા ઉપરનું બિંદુ. તેને ચંદ્રના મધ્યબિંદુ સાથે જોડનાર લીટી ચંદ્રની કોરના સૌથી ઊંચા બિંદુમાં થઈને જશે.)

૨૪. સંમીલન અને ઉન્મીલનની દિશાઓ. માનૈકય-ખંડમાંથી ચંદ્રબિંબ બાદ કરવાથી માનાન્તર ખંડ આવે છે લે. ૧૬ થી ૨૩ સુધીમા સ્પર્શ અને મોક્ષની દિશાઓ કાઢવાની રીત આપી છે, તેમાં જ્યાં જ્યા માનૈકયખંડ આવે છે ત્યાં ત્યાં તેને બદલે માનાંતરખંડ લેવાથી અને તેને લીધે ગણિતમાં જેટલો ફેરફાર કરવો પડે તેટલો કરવાથી, પણ બાકીનું બધું ગણિત એમ ને એમ જ કરવાથી સ્પર્શ અને મોક્ષની દિશાઓને બદલે અનુક્રમે સંમીલન અને ઉન્મીલનની દિશાઓ આવે છે.

ઉદા૦ લે. ૧૧ માંથી માનૈકયખંડ=પ૩ ક. ૩૨ વિ. ભા. ૩, લે. ૧૩ માંથી ચંદ્રબિંબ = ૨૯ ક. ૩૦ વિ. તેથી માનાન્તર-ખંડ = ૫૩. ૩૨ વિ. − ૨૯ ક. ૩૦ વિ. = ૨૪ ક. ૨ વિ. તે

ઉપરથી લે. ૧૭ પ્રમાણે સ્થાનાંશ કાઢવા. વિક્ષેપવલન (લે. ૧૮) અને અયનવલન (લે. ૧૯) મા સ્પર્શમોક્ષવાળા ગણિતમાં આવ્યાં હતાં તેટલાં જ આવશે. અક્ષવલનમાં, સંમીલન અને ઉન્મીલનના કાળને લીધે જેટલો ફરક પડે તેટલો જ પડશે. આ બધું ગણિત એક વખત આવી ગયેલું હોવાથી વિસ્તારભયથી અહિં આપતા નથી.

૨૫. માંદ્યગ્રહણ. સૂર્યપ્રકાશને લીધે પૃથ્વીની જે શંકુ આકારની છાયા પડે છે તેનું ગણિત અત્યાર સુધી કહ્યું. પણ આ છાયાની આસપાસ એક ઝાખી છાયા પડે છે. આ છાયામાં ચંદ્ર આવે છે ત્યારે તેનું બિંબ કપાયા જેવું દેખાતુ નથી, પણ ઝાંખુ મેલું, પીળચટું લાગે છે. ચંદ્રગ્રહણ શરૂ થયા પહેલા અને પૂરૂ થયા પછી થોડી વાર સુધી ચંદ્ર હમેશા ઝાંખો દેખાય છે તે આ છાયામા પ્રવેશ કરવાને લીધે જ. આ ઉપરાંત કોઈ વખત ચંદ્રગ્રહણ થતુ નથી ત્યારે પણ ચંદ્ર આ ઝાખી છાયામાં થઇને જાય છે અને તેથી ઝાખો દેખાય છે.

૨૬. માંદ્યભૂભા. ભૂભામાં સૂર્યબિંબનું બમણુ ઉમેરવાથી **માંદ્યભૂભા** આવે છે.

ઉદા૦ ભૂભા = ૭૭ ક. ૩૩ વિ. (લે. ૧૧). સૂર્યબિંબ = ૩૨ ક. (લે. ૧૧) તેથી માંદ્યભૂભા=૭૭ ક. ૩૩ વિ. + ૨ × ૩૨ ક. = ૧૪૧ ક. ૩૩ વિ.

૨૭. ભૂભાને માંદ્યભૂભા જેવડી લઇને બાકીનું બધુ ગણિત (સામાન્ય) ચંદ્રગ્રહણના ગણિતની પ્રમાણે જ કરવાથી માંદ્યગ્રહણનું ગણિત આવે છે. આમ સ્પર્શકાળ મોક્ષકાળ, ઇ. આવશે. ગ્રહણ થવા કે ન થવા વિષેનો લે ૭ નો નિયમ માંદ્યગ્રહણને પણ લાગુ પડે છે.

ઉદા૦ માંદ્યમાનૈકપખંડ=માંદ્યભુજા અને ચંદ્રબિંબના સરવાળાનું અર્ધું (લે. ૭)

= $\frac{૧}{૨}$ (૧૪૧ ક. ૩૩ વિ. + ૨૯ ક. ૩૦ વિ.)

= $\frac{૧}{૨}$ (૧૭૧ ક. ૩ વિ.) = ૮૫ ક. ૩૨ વિ.

માનૈકપખંડ=૫૩ ક. ૩૨ વિ (લે. ૧૧)

લે ૭ ના નિયમ પ્રમાણે જો શર ૫૩ ક. ૩૨ વિ. કરતાં નાનો હોય તો ગ્રહણ તેમ જ માંદ્યગ્રહણ થાય. જો શર ૫૩ ક. ૩૨ વિ. કરતા મોટો પણ ૮૫. ક ૩૨ વિ. કરતાં નાનો હોય તો ગ્રહણ ન થાય, પણ માંદ્યગ્રહણ થાય અને જો શર ૮૫ ક. ૩૨ વિ. કરતાં મોટો હોય તો ગ્રહણ કે માંદ્યગ્રહણમાંથી એકકેય ન થાય.

આ ઉપરથી જણાય છે કે (૧) જ્યારે ગ્રહણ થાય ત્યારે માંદ્યગ્રહણ થવું જ જોઇએ; (૨) જ્યારે માંદ્યગ્રહણ ન થાય ત્યારે ગ્રહણ પણ ન જ થાય; અને (૩) ગ્રહણ ન થાય છતાં માંદ્યગ્રહણ થાય એવું બની શકે.

૨૮. માંદ્યગ્રહણનો પરમ ગ્રાસ કે સ્પર્શ કે મોક્ષની દિશા જોઇ શકાતી નથી, તેથી તેનું ગણિત કરવાની જરૂર નથી. માત્ર માંદ્યસ્પર્શકાળ અને માંદ્યમોક્ષકાળનું ગણિત કામનું છે, કારણ કે આ બે કાળની વચ્ચેના ગાળામાં ચંદ્ર ઝાંખો દેખાશે, તેથી તેનું ગણિત નીચે આપીએ છીએ. માદ્યપરમગ્રાસ ગણિતની જરૂરિયાત માટેજ કાઢ્યો છે. લે. ૭ પ્રમાણે માં. પ. ગ્રા. = માં. માનૈ. − ચિહ્ન વિનાનો શર = ૮૫ ક. ૩૨ વિ. − ૧૪ ક. ૩૫ વિ=૭૦ ક. ૫૭ વિ શર × ૨ = ૧૪ ક. ૩૫ વિ. × ૨ = ૨૯ ક. ૧૦ વિ. તેમાં + માં. પ, ગ્રા, ૭૦ ક. ૫૭ વિ. = ૧૦૦ ક. ૭ વિ. =૬૦૦૭ વિ. ૭૦ ક. ૫૭ વિ. = ૪૨૫૭ વિ. $\sqrt{૬૦૦૭ \times ૪૨૫૭}$=૫૦૫૭ વિકલા = $\frac{૫૦૫૭ \times ૧૦૦૦}{૩૬૦૦}$ પ્રત્યસુ (લે. ૧૩) માદ્યગ્રહણસ્થિતિ.

આને માટે (લે. ૧૩) $\frac{\text{૫૦૫૭} \times \text{૧૦૦૦} \times \text{૨૪} \times \text{૬૦} \times \text{૬૦}}{\text{૩૬૦૦} \times \text{૧૦૮૪૨}}$ સે =

$\frac{\text{૫૦૫૭} \times \text{૧૦૦૦} \times \text{૨૪}}{\text{૧૦૮૪૨}}$ સે.= $\frac{\text{૫૦૫૭} \times \text{૧૦૦૦} \times \text{૪}}{\text{૧૮૦૭}}$ સે.= $\frac{\text{૨૦૨૨૮૦૦૦}}{\text{૧૮૦૭}}$ સે. = ૧૧૧૯૪ સે. = ૧૮૬ મિ. ૩૪ સે. = ૩ ક. ૬ મિ. ૩૪ સે. ગ્રહણમધ્યકાળ = ૧ ક. ૧૭ મિ. ૫૫ સે. તેથી માંદ્યસ્પર્શકાળ = ૧ ક. ૧૭ મિ. ૫૫ સે. − ૩ ક. ૬ મિ. ૩૪ સે. = ૨૨ ક. ૧૧ મિ. ૨૧ સે. (આગલી તારીખના) માંદ્યમોક્ષકાળ = ૧ ક. ૧૭ મિ. ૫૫ સે. + ૩ ક. ૬ મિ. ૩૪ સે. = ૪ ક. ૨૪ મિ. ૨૯ સે.

૨૯. ગ્રસ્તોદય અને ગ્રસ્તાસ્ત ચંદ્રગ્રહણ. ચંદ્રગ્રહણ ગ્રસ્તોદય કે ગ્રસ્તાસ્ત (ચંદ્ર ઘેરાયેલો ઉગે કે આથમે તે) છે કે નહિ તે જાણવા માટે ચંદ્રનો ઉદય અને અસ્તનો વખત જાણવાની જરૂર છે. તેને માટે નીચેની રીત આપી છે.

ચંદ્રોદય માટે સૂર્યાસ્તને અને ચંદ્રાસ્ત માટે સૂર્યોદયને **સહાયક** કહો. સહાયક અને પર્વાન્તની વચ્ચે પસાર થતા સમયના ૩૦ મા ભાગને **સમયસંસ્કાર** કહો. પર્વાન્ત સહાયક કરતાં વહેલો કે મોડો બનતો હોય તે પ્રમાણે અનુક્રમે સમયસંસ્કાર સહાયકમાં ઉમેરવાથી કે બાદ કરવાથી ચંદ્રોદય અને ચંદ્રાસ્તના સમય આવે છે.

ઉદા૦ અહિં ગ્રહણને દિવસે અમદાવાદનો ચંદ્રોદય કાઢવા માટે સહાયક = તે દિવસનો અમદાવાદનો સૂર્યાસ્ત = ૧૮ ક. ૩૨ મિ. (ભા. ૨, લે. ૧૮). પર્વાન્ત = પછીની તારીખના ૧ ક. ૧૫ મિ. આ બે સમયની વચ્ચેનો ગાળો = ૬ ક. ૪૩ મિ. = ૨૨૩ મિ. તેનો ૩૦ મો ભાગ = ૭ મિ. સમય સંસ્કાર. અહિં પર્વાન્ત સહાયક કરતા મોડો બનતો હોવાથી ચંદ્રોદયનો સમય = ૧૮ ક. ૩૨ મિ. − ૭ મિ. = ૧૮ ક. ૨૫ મિ.

ચંદ્રાસ્ત કાઢવા માટે સહાયક = તે દિવસનો અમદાવાદનો સૂર્યોદય = ૬ ક. ૩૦ મિ. (ભા. ૨, લે. ૧૮) પર્વાન્ત = ૧ ક.

૧૫ મિ આ બે સમયની વચ્ચેનો ગાળો = ૫ ક. ૧૫ મિ = ૩૧૫ મિ તેનો ૩૦ મો ભાગ = ૧૧ મિ સમયસંસ્કાર અહિ પર્વાન્ત સહાયક કરતા વહેલો બનતો હોવાથી ચંદ્રાસ્તનો સમય = ૬ ક ૩૦ મિ + ૧૧ મિ = ૬ ક. ૪૧ મિ

તેથી આ ગ્રહણ અમદાવાદમા ગ્રસ્તોદય કે ગ્રસ્તાસ્ત નથી એમ રીત બતાવવા ઉપલું ગણિત કરી બતાવ્યુ છે પણ ખરી રીતે તેની અહિ જરૂરજ નથી, કારણ કે પૂનેમને દિવસે ચંદ્રોદય અને ચંદ્રાસ્ત અનુક્રમે સૂર્યાસ્ત અને સૂર્યોદયની લગભગમા થાય છે અને આ ગ્રહણનો સ્પર્શકાળ અને મોક્ષકાળ તો અનુક્રમે રાતના ૧૧ અને ૩ વાગ્યાની લગભગ થાય છે જ્યારે ગ્રહણ સૂર્યોદય કે સૂર્યાસ્તના સમયની લગભગમા થતું હોય, ત્યારેજ આ ગણિત કરવાની જરૂર છે

૩૦ ગ્રહણની આકૃતિ ગ્રહણની આકૃતિ કેવી રીતે દોરવી તે બતાવવા આ પુસ્તકને અંતે એક જુદૂ જ પ્રકરણ 'ગ્રહણોની આકૃતિ' એ નામે અમે રાખ્યુ છે તે જુઓ ત્યા ચંદ્રના તેમ જ સૂર્યના ગ્રહણોની જુદા જુદા પ્રકારની આકૃતિઓ કેવી રીતે દોરવી તે બતાવ્યુ છે આ ગ્રહણની આકૃતિ પણ ત્યા દોરી બતાવી છે

૩૧. આ ગણિતના ઉપયોગી પરિણામો નીચે આપીએ છીએ અને નાટિકલની સાથે સરખાવતા તેમા કેટલો ફરક આવે છે તે પણ બતાવીએ છીએ

૧૯૩૧, સપ્ટે. તા.		ક	મિ	સે	નાટિકલથી અંતર સે	
આદ્યસ્પર્શ	૨૬	૨૨	૧૧	૨૧	+ ૩૯	
સ્પર્શ	૨૬	૨૩	૨૩	૫૫	− ૧૭	પર્વકાળ ૧ ક ૫૪ મિ
સમ્મીલન	૨૭	૦	૩૫	૩૮	+ ૮	
મધ્યકાળ	૨૭	૧	૧૭	૫૫	− ૫	
ઉન્મીલન	૨૭	૨	૦	૧૨	− ૧૮	
મોક્ષ	૨૭	૩	૧૧	૫૫	+ ૭	
આદ્યમોક્ષ	૨૭	૪	૨૪	૨૯	− ૪૯	

પ્રકરણ ૨ જું

સૂર્યગ્રહણ

૩૨. ચંદ્રગ્રહણ બધે સ્થળેથી એક જ ક્ષણે દેખાય છે અને તેનો ગ્રાસ પણ બધે સ્થળેથી એક સરખો જ દેખાય છે, પણ સૂર્યગ્રહણ જુદે જુદે સ્થળેથી જુદે જુદે વખતે દેખાય છે અને તેનો ગ્રાસ પણ સ્થળ પરત્વે જુદો જુદો આવે છે. આથી આખી પૃથ્વી માટે ચંદ્રગ્રહણનું એક જ ગણિત કરવાની જરૂર છે. પણ સૂર્યગ્રહણ તો દરેક સ્થળ માટે જુદું જુદું કરવું પડે છે.

૩૩. **સૂર્યગ્રહણમર્યાદા.** જ્યારે સૂર્યચંદ્ર વચ્ચે ક્રાંતિવૃત્તીય અંતર ૦ થાય ત્યારે અમાસની તિથિ પૂરી થાય છે. સૂર્યગ્રહણ આ સમયેજ થાય છે. પણ દર અમાસે સૂર્યગ્રહણ થતું નથી. જો અમાસને અંતે રાહુ કે કેતુથી સૂર્યનું અંતર

(૧) ૧૩ અંશ કરતા ઓછું હોય, તો પૃથ્વી પર કોઈક સ્થળે પણ સૂર્યગ્રહણ થવું જોઇએ; અમુક સ્થળે તે થશે કે નહિ તેનો નિર્ણય ગણિત કર્યા પછીજ થઇ શકે.

(૨) ૧૯ અંશ કરતા વધારે હોય, તો કોઈ પણ સ્થળે સૂર્યગ્રહણ નહિજ થાય અને

(૩) ૧૩ થી ૧૯ અંશની વચ્ચે હોય તો સૂર્યગ્રહણ કદાચ કોઇ સ્થળેથી દેખાય અથવા કોઇ પણ સ્થળેથી ન દેખાય. આનો નિર્ણય ગણિત કર્યા પછી જ થઈ શકે.

વળી જ્યાં દિવસ હોય ત્યાં જ સૂર્યગ્રહણ દેખાઇ શકે, તેથી અમાસ ક્યારે પૂરી થાય છે તે પહેલેથી જ જોઇ લેવું.

ઉદા૦ ઇ. સ. ૧૯૩૩, આગસ્ટની ૨૧ મી તારીખે પંચાંગમાં અમાસ છે. અત્યાર સુધીમાં આવી ગયેલા ગણિત પ્રમાણે ગણિત કરતાં તે દિવસે સવારે સ્ટાં. ૫॥ વાગે સૂર્ય = ૧૪૭ અં. અને કેતુ ૧૪૯ અં. છે, તેથી પૃથ્વી પર કોઈ પણ ઠેકાણે સૂર્યગ્રહણ થવું જોઈએ. અમદાવાદમાં તે દેખાશે કે નહિ તે ગણિત કર્યા પછી જ ખબર પડે. અમાસ સ્ટાં. ટા. ૧૧ ક. ૧૮ મિ. પૂરી થાય છે. તેથી ગ્રહણ અમદાવાદમાં દેખાવાનો સંભવ ખરો. જો અમાસ રાતે પૂરી થતી હોત તો ગ્રહણ દેખાત જ નહિ.

૩૪. સ્થૂળ મધ્યકાળ. ભા. ૧, પ્ર. ૨ માંથી ઇષ્ટ સ્થળનું રેખાંતર કાઢી તે પૂર્વ કે પશ્ચિમ હોય તે પ્રમાણે અમાવાસ્યાના અંતના સ્ટાં. ટા. માં તેને ઉમેરવાથી કે બાદ કરવાથી અમાવાસ્યાના અંતનો સ્થાનિક કાળ (લોકલ ટાઇમ) આવે છે. તે ઉપરથી નીચેના કોઠામાંથી ગ્રહણના સ્થૂળ મધ્યકાળનો સ્થાનિક કાળ કાઢો–

અમા	મ.કા.	અમા.	મ. કા.	અમા.	મ. કા.
ક.	ક. મિ.	ક.	ક. મિ	ક.	ક. મિ
૫	૩–૧૦	૧૦	૮–૩૦	૧૫	૧૬–૫૦
૬	૮–૧૦	૧૧	૧૦–૧૦	૧૬	૧૭–૫૦
૭	૫–૧૦	૧૨	૧૨—૦	૧૭	૧૮–૫૦
૮	૬–૧૦	૧૩	૧૩–૫૦	૧૮	૧૯–૫૦
૯	૭–૧૦	૧૪	૧૫–૩૦	૧૯	૨૦–૫૦

આ પ્રમાણે આવેલા સ્થૂળ મધ્યકાળના સ્થાનિક કાળ પરથી તેનો સ્ટાં. ટા. કાઢો. રેખાંતર અગાઉ ઉમેર્યું કે બાદ કર્યું હશે તે મુજબ અનુક્રમે આ વખતે બાદ કરવું કે ઉમેરવું પડશે એ સ્પષ્ટ છે.

ઉદા૦ અહિં અમાવાસ્યાનો અંત = સ્ટા. ટા ૧૧ ક. ૧૮ મિ. અમદાવાદનું રેખાંતર = ૪૦ મિ પશ્ચિમ. તેથી અમાસનો

અંત = સ્થા. કા. ૧૧ ક. ૧૮ મિ. − ૪૦ મિ. = ૧૦ ક. ૩૮ મિ. તેથી ઉપરનાં કોષ્ટકમાંથી ગ્રહણનો સ્થૂળ મધ્યકાળ = સ્થા. કા. ૯ ક. ૩૩ મિ. = સ્ટાં. ટા. ૯ ક. ૩૩ મિ. + ૪૦ મિ.= ૧૦ ક. ૧૩ મિ.

૩૫. સૂર્યગ્રહણના સ્પર્શ, મોક્ષ, ગ્રાસ વગેરેના ગણિત માટે વિષુવકાલ, લગ્ન, લંબન, નતિ, વગેરેના ગણિતની જરૂર પડે છે, માટે આ ગણિતો પહેલાં આપીએ છીએ.

૩૬. વિષુવકાલ. કોઇ પણ દિવસે સ્થાનિક કાલ ૧૨ ક ને સમયે જે મધ્યમ સૂર્ય હોય તે જ તે સમયનો **વિષુવકાલ**:૧૫ અંશ = ૧ કલાક અને ઘડિયાળનો ૧ કલાક = વિષુવકાળનો ૧ કલાક અને ૧૦ સેકંડ. આટલા ઉપરથી કોઈ પણ સમયનો વિષુવકાલ કાઢી શકાશે. તે પ્રમાણે ગ્રહણના સ્થૂળ મધ્યકાળનો વિષુવકાલ કાઢો.

ઉદા૦ ૧૯૩૩, આગસ્ટ ૨૧, અમદાવાદનો સ્થાનિકકાલ ૧૨ ક. (સ્ટાં. ટા. ૧૨ ક. ૩૯ મિ. ૪૦ સે.) નો મધ્યમ સૂર્ય (ભા. ૧, લે. ૨૩) = ૧૪૯ અંશ ૧૬૧૧૩ વિનુ = ૯ ક. ૫૬ મિ. ૩૯ સે. આ સ્થા. કા. ૧૨ ક. નો વિષુવકાલ આવ્યો. ગ્રહણનો સ્થૂળ મધ્યકાળ = સ્થા. કા ૯ ક. ૩૩ મિ. (લે. ૩૪) તે ૧૨ ક. માંથી બાદ કરતાં ૨ ક. ૨૭ મિ. આવી. ઘડિયાળના ૨ ક. ૨૭ મિ. = વિષુવકાલના ૨ ક. ૨૭ મિ. ૨૫ સે. તેથી ગ્રહણના સ્થૂળ મધ્યકાળનો વિષુવકાલ = ૯ ક. ૫૬ મિ. ૩૯ સે. − ૨ ક. ૨૭ મિ. ૨૫ સે. = ૭ ક ૨૯ મિ. ૧૪ સે.

૩૭. આસન્ન મધ્યકાળ. ગ્રહણના સ્થૂળ મધ્યકાળના વિષુવકાળની નજીકમા નજીકનો એવો સમય લો કે જેમાં સેકંડનો આંકડો ૦ હોય અને મિનિટના આંકડાને ૪ થી ભાગતા ૦ વધે આ સમયને **આસન્ન મધ્યકાળનો વિષુવકાળ** કહો. સ્થૂળ મધ્યકાળના વિષુવકાળમાં જેટલું ઉમેરવાથી કે બાદ કરવાથી આસન્ન

મધ્યકાળનો વિષુવકાળ આવે, તેટલુ જ સ્થૂળ મધ્યકાળમા અનુક્રમે ઉમેરવાથી ક બાદ કરવાથી **આસન્ન મધ્યકાળ** આવે છે આસન્ન મધ્યકાળનો વિષુવકાળ કાલાત્મક (કલાક મિનિટમા) આવ્યો છ તેને ૧૫ થી ગુણવાથી તે અશાત્મક (અશમા) આવશે

ઉદા૦ સ્થૂળ મધ્યકાળનો વિષુવકાળ = ૭ ક ૨૯ મિ ૧૪ સે તેથી આસન્ન મધ્યકાળનો વિષુવકાળ = ૭ ક. ૨૮ મિ ૦ સે. (કાલાત્મક) = (આ × ૧૫), ૧૧૨ અશ (અશાત્મક) ૭ ક. ૨૯ મિ ૧૪ સે. – ૭ ક ૨૮ મિ ૦ સે = ૧ મિ ૧૪ સે તેથી આસન્ન મધ્યકાળ = ૨ટા ટા ૧૦ ક. ૧૩ મિ. – ૧ મિ. ૧૪ સે = ૧૦ ક ૧૧ મિ ૪૬ સે ૨ટા ટા.

૩૮. **સ્થૂળ સ્પર્શકાળ અને સ્થૂળ મોક્ષકાળ.** આસન્ન મધ્યકાળમા ૧ ક ૫૯ મિ ૪૦ સે અનુક્રમે બાદ કરવાથી અને ઉમેરવાથી **સ્થૂળ સ્પર્શકાળ અને સ્થૂળ મોક્ષકાળ** આવે છે આસન્ન મધ્યકાળના અશાત્મક વિષુવકાળમા અનુક્રમે ૩૦ અશ બાદ કરવાથી અને ઉમેરવાથી સ્થૂળ સ્પર્શકાળનો અને સ્થૂળ મોક્ષકાળનો વિષુવકાળ આવે છે

૩૯ **સમયાંક.** સ્થૂળ સ્પર્શકાળમા ૧૯ મિ ૫૬$\frac{3}{4}$ સે. ઉમેરતા જવાથી છઠ્ઠે સરવાળે આસન્ન મધ્યકાળ આવશે અને ફરીને છઠ્ઠે સરવાળે સ્થૂળ મોક્ષકાળ આવશે. તેજ પ્રમાણે સ્થૂળ સ્પર્શકાળના વિષુવકાળમા ૫ અશ ઉમેરતા જવાથી છઠ્ઠે સરવાળે આસન્ન મધ્યકાળનો વિષુવકાળ અને ફરીને છઠ્ઠે સરવાળે મોક્ષકાળનો વિષુવકાળ આવશે આ પ્રમાણે સ્થૂળ સ્પર્શકાળથી સ્થૂળ મોક્ષકાળ સુધી સરખે અતરે કુલ્લે ૧૩ સમયો અને તેઓના વિષુવકાળ આવશે આ સમયોને અનુક્રમે સમયાક ૧, સમયાક ૨, ઇ૦ કહો. સમયાકો, સમયો અને તેના વિષુવકાળને અનુક્રમે કોષ્ટકના રૂપમા ગોઠવો. આ કોષ્ટકમા સેકંડોના અપૂર્ણાકોને છોડી

દો. યાદ રાખો કે આ કોષ્ટકમાં સ્થૂળ સ્પર્શકાળનો સમયાંક ૧, આસન્ન મધ્યકાળનો ૭ અને સ્થૂળ મોક્ષકાળનો ૧૩ આવશે.

ઉદા૦ સ્થૂળ સ્પર્શકાળ = ૧૦ ક. ૧૧ મિ. ૪૬ સે.–૧ ક. ૫૯ મિ. ૪૦ સે. = ૮ ક. ૧૨ મિ. ૬ સે. સ્ટાં. ટા. તેનો વિષુવકાળ = ૧૧૨–૩૦=૮૨ અંશ. સ્થૂળ મોક્ષકાળ = ૧૦ ક. ૧૧ મિ. ૪૬ સે. + ૧ ક. ૫૯ મિ. ૪૦ સે. = ૧૨ ક. ૧૧ મિ. ૨૬ સે. સ્ટાં. ટા. તેનો વિષુવકાળ = ૧૧૨ + ૩૦ = ૧૪૨ અંશ સમયાંકો, સમયો અને તેઓના વિષુવકાળ આ પ્રકરણના અંતે આપેલા સૂર્યગ્રહણગણિતના નમૂનામાં કોષ્ટક રૂપે આપેલા છે. આ પ્રમાણેનું કોષ્ટક શરૂઆતથી જ બનાવી ગણિતનું દરેક પગથિયું બધા સમયાંકો માટે એક સાથેજ કરતા જવું.

૪૦. સામાન્ય સૂચના. હવે પછીના ગણિતમાં લાજ્યા, લાકોટિજ્યા અને લાસ્પ આવે છે. ભા. ૨, પૃ. ૫૫–૫૬ ઉપર કો. ૭ ની ઉપપત્તિમાં આપેલ જ્યા, કોટિજ્યા અને સ્પર્શાંક વિષેની સૂચનાઓ અનુક્રમે લાજ્યા, ૯૦ ને પણ લાગુ પડે છે. તેમાં ફરક માત્ર એટલો જ છે કે કોણ ગમે તેવડો હોય તો પણ લાજ્યા, લાકોટિજ્યા અને લાસ્પને હંમેશાં ધન લેવાના છે. આ આંકડા ભા. ૨, કો. ૭ માં આપેલા છે.

લગ્ન અને ત્રિભોનલગ્નનતાંશ. આ પાછળ આવેલા વિષુવકાળ પરથી કાઢવાનાં છે.

(૧) જ્યારે વિષુવકાળ ૨૭૦ થી ૩૬૦ અથવા ૦ થી ૯૦ અંશની વચ્ચે હોય, ત્યારે આ પ્રકરણને અંતે આપેલા **લગ્નસાધન કોષ્ટકમાંથી** વિષુવકાળના અંશ માટેના **પ્રથમાંક** અને **દ્વિતીયાંક** લો. દ્વિતીયાંક બધા કોણ માટે એકસરખો છે, પણ પ્રથમાંક બે આપ્યા છે, તેમાંથી જે પ્રથમાંક ઇષ્ટ વિષુવકાળની નજીક લખેલો હોય તે લો. પછી પ્રથમાંકમાંથી ઇષ્ટ સ્થળના અક્ષાંશ બાદ કરતાં જે વધે તેની લાકોટિજ્યામાં દ્વિતીયાંક ઉમેરી ૧૦૦૦૦૦

બાદ કરવાથી ત્રિકોણલગ્નતાંશ (ટુંકમા ત્રિ. લ. ન.) આવશે. તે ઉપરથી ત્રિ. લ. ન. કાઢો.

ત્રિ. લ. ન. નું ચિહ્ન. વિષુવકાળ ૧૮૦ અંશ કરતાં વધારે હોય ત્યારે ત્રિ. લ. ન. ઋણ સમજો. જ્યારે વિષુવકાળ ૧૮૦ અંશ કરતાં ઓછો હોય ત્યારે ત્રિ. લ. ન. કેટલીક વખત ધન અને કેટલીક વખત ઋણ હોય છે. તેનો નિર્ણય આ પ્રમાણે કરોઃ– ભા. ૨, કો. ૫ અને ભા. ૨, સે. ૧૩ માં તેની આપેલી સમજણ પરથી વિષુવકાળ એ સ્પષ્ટ સૂર્યના વિષુવાંશ છે એમ માનીને તે સ્પષ્ટ સૂર્યની ક્રાંતિ કાઢો. આ ક્રાંતિ ઇષ્ટ સ્થળના અક્ષાંશ કરતા વધારે હોય તો ત્રિ. લ. ન. ધન, અને નહિ તો ઋણ સમજો.

અક્ષાંશની લાકોટિજ્યામાં વિષુવાંશની લાકોટિજ્યા ઉમેરી ત્રિ. લ ન. ની લાકોટિજ્યા બાદ કરવાથી લગ્નની લાજ્યા આવશે. તે ઉપરથી લગ્ન કાઢો.

કોઇ પણ કોણની જ્યા = તે કોણને ૧૮૦ અંશમાંથી બાદ કરતાં બાકી વધેલા કોણની જ્યા. ઉપરની રીતમાં લગ્નની લાજ્યા ઉપરથી લગ્ન કાઢવાનુ છે, તેથી આ બે પ્રકારના કોણમાથી કયા કોણની બરાબર લગ્ન છે એ બાબતમાં શંકા પડે એમ છે. આ શંકાનો નિકાલ આ પ્રમાણે થશે—અંશાત્મક વિષુવકાળમાં ૯૦ અંશ ઉમેરતાં જે આવે તેની લગભગમા લગ્ન હોય છે. આ ઉપરથી ઉપલા બે કોણમાથી લગ્ન માટે ખરો કોણ કયો તે જણાઇ આવશે. આમ છતાં જ્યારે વિષુવકાળ ૦ અંશની લગભગ હશે, ત્યારે શંકા રહેશે, કારણ કે તેવે વખતે વિષુવકાળ + ૯૦ અં. = ૯૦ અં. (લગભગ). અને ૮૯ અં. ની જ્યા = ૯૧ અં. ની જ્યા. આવે પ્રસંગે નીચેની હકીકત ઉપરથી લગ્નની બાબતમા ઘણી વખત સંશય દૂર થઇ શકશેઃ–જ્યારે વિષુવાંશ ૨૭૦ થી ૩૬૦ અંશની વચ્ચે અથવા ૦ અને ૯૦ અંશની વચ્ચે હોય ત્યારે (વિષુવાંશ+૯૦ અંશ) ની કરતા લગ્ન વધારે હોય છે.

હવે સંશયાત્મક પ્રસંગોનો એક પ્રકાર રહે છે અને તે આ પ્રસંગે ક વિષુવકાળ ૩૫૮ અ છે અને આ ઉપરથી ઉપર પ્રમાણે લગ્ન કાઢતાં તે ૮ કે ૯૧ અ આવ્યું કે ૩૫૮ + ૯૦ = ૪૪૮ - ૮૮ અ (૩૬૦ અ જતાં) આના કરતાં ૮૯ અને ૯૧ અ એ બન્ને મોટાં છે માટે લગ્નનિર્ણયમાં સંશય છે આવે પ્રસંગે નીચે પ્રમાણે લગ્નપરથી વિષુવકાળ કાઢવાથી જે લગ્ન ખરો વિષુવકાળ આપે તે ખરૂં સમજવું

લગ્નપરથી વિષુવકાળ લગ્નને સ્પષ્ટસૂર્ય સમજી તે ઉપરથી ભા ૨ પ્રમાણે તેના વિષુવાંશ અને ચર કાઢો વિષુવાંશમાં ચરો તેનું ચિહ્ન ઉલટાવીને લગાડો (એટલે ચર ધન હોય તો તેને બાદ કરો અને ઋણ હોય તો ઉમેરો) જે આવે તેમાંથી ૯૦ અંશ બાદ કરવાથી વિષુવકાળ આવશે

ઉદા૦ ઉપરના ઉદા૦ માં લગ્ન = ૧૭૨ અ ૩૮ ક તેને સ્પષ્ટસૂર્ય ગણતાં ભુજાંતર = + ૩૬ ક (ભા ૨, કો ૫) તેથી વિષુવાંશ = ૧૭૨ અ ૩૮ ક + ૩૬ ક = ૧૭૩ અ ૧૪ ક ક્રાંતિ = + ૩ અ (ભા ૨ કો ૫) અક્ષાંશ = ૨૩ અ આ ઉપરથી ચર = + ૫ મિ (ભા ૨, કો ૪) = + ૧ અ ૧૫ ક તેથી વિષુવકાળ = ૧૭૩ અ ૧૪ ક − ૧ અ ૧૫ ક − ૯૦ અ = ૮૧ અ ૫૯ ક = ૮૨ અ લગભગ

લગ્નનિર્ણયના કોઈ પણ સંશયમાં ઉપલી રીતથી સંપૂર્ણ સંશય નિરાસ થઈ શકે છે, પણ તેમાં થોડું ગણિત આવતું હોવાથી બીજી કોઈ રીત ન ચાલે ત્યારે તેનો ઉપયોગ કરવો

(ગ) જ્યારે વિષુવકાળ ૯૦ અને ૨૭૦ અંશની વચ્ચે હોય, ત્યારે તેને ૧૮૦ અંશમાંથી બાદ કરવાથી (બા૦ ન જાય તો ૫૪૦ અંશમાંથી બાદ કરવાથી) વિષુવકાળ ૨૭૦ થી ૩૬૦ અથવા ૦ થી ૯૦ અંશની વચ્ચે આવશે પછી ઉપર પ્રમાણે નિ

લ. ન અને લગ્ન કાઢો. આ લગ્નને ૩૬૦ અંશમાંથી બાદ કરવાથી ઇષ્ટ વિષુવકાળનું લગ્ન આવશે ત્રિ લ ન. તેનું તે જ આવશે

ઉદા૦ અમે હવેના ગણિતના ઉદાહરણ તરીકે સમયાંક ૧ નું ગણિત કરીશું બાકીના સમયાંકોનું ગણિત તેજ પ્રમાણે સમજવું એવા સમયાંકોનું ગણિત પ્રકરણને છેડે આપેલા 'ન્યાસ'માં આપ્યું છે.

સમયાંક ૧, વિષુવકાળ = ૮૨ અ આને માટે લગ્નસાધન કોષ્ટકમાં પ્રથમાંક = ૧૧૩ અ. ૧૫ક અને દ્વિતીયાંક =૯૯૯૯૩ અમદાવાદના અક્ષાંશ = ૨૩ અ ૨ ક (ભા ૨, કો ૨) ૧૧૩ અ ૧૫ ક—૨૩ અ° ૨ ક=૯૦ અ ૧૩ ક આની લાકોટિજ્યા= ૭૫૭૭૭ ૭૫૭૭૭ + ૯૯૯૯૩—૧૦૦૦૦૦=૭૫૭૭૦=ત્રિ લ. ન ની લાજ્યા તેથી ત્રિ લ ન =+૦ અ ૧૩ ક.* તેથી ત્રિ લ. ન ની લાકોટિજ્યા=૧૦૦૦૦૦ અક્ષાંશ (૨૩ અ. ૨ ક)ની લાકોટિજ્યા= ૯૯૬૩૯ વિષુવાંશ (૮૨ અ) ની લાકોટિજ્યા=૯૧૪૩૬ ૯૯૬૩૯+ ૯૧૪૩૬—૧૦૦૦૦૦=૯૧૦૭૫= લગ્નની લાજ્યા તેથી લગ્ન = ૧૭૨ અ ૩૮ ક. અહિં ૭ અ ૨૨ ક ની લાજ્યા પણ ૯૧૦૭૫ છે અને તેથી ૧૮૦ અ − ૭ અ ૨૨ ક = ૧૭૨ અ ૩૮ ક ની લાજ્યા પણ તે જ છે, પણ વિષુવકાળ = ૮૨ અ. તેમાં+૯૦ અ = ૧૭૨ અ તેથી લગ્ન = ૧૭૨ અ. ૩૮ ક

૪૧. ત્રિકોણલગ્ન લગ્નમાંથી ૯૦ અંશ બાદ કરવાથી ત્રિકોણલગ્ન (ટૂંકમાં ત્રિ. લ.) આવે છે

---

* અહિં ત્રિ લ ન નું ચિહ્ન આ પ્રમાણે નક્કી કર્યું વિષુવકાળ = ૮૨ અ. = સ્પષ્ટસૂર્યના વિષુવાંશ. તેથી સ્પષ્ટસૂર્ય = ૮૨ અ ૩૯ ક તેની ક્રાંતિ = ૨૩ અ. ૧૪ ક આ અક્ષાંશ (૨૩ અ. ૨ ક.) કરતા વધારે છે, તેથી ત્રિ લ. ન ધન છે

ઉદા૦ અહિં લગ્ન = ૧૭૨ અં. ૩૮ ક. તેથી ત્રિભોનલગ્ન = ૧૭૨ અં. ૩૮ ક. – ૯૦ અં. = ૮૨ અં. ૩૮ ક.

૪૨. લંબન અને નતિ. સૂર્યમાંથી ત્રિભોનલગ્ન બાદ કરવાથી **વિશ્લેષાંશ** આવે છે. ચંદ્રના પરમલંબનમાંથી ૯ વિકલા બાદ કરતા જે આવે તેની લાજ્યા, વિશ્લેષાંશની લાજ્યા, અને ત્રિ. લ. ન. ની લાકોટિજ્યા – આ ત્રણેના સરવાળામાથી ૨૦૦૦૦૦ બાદ કરવાથી લંબનની લાજ્યા આવે છે. તે ઉપરથી લંબન કાઢવું.

ચંદ્રના પરમલંબનમાંથી ૯ વિકલા બાદ કરતાં જે આવે તેની લાજ્યામાં ત્રિ. લ. ન. ની લાજ્યા ઉમેરી ૧૦૦૦૦૦ બાદ કરવાથી નતિની લાજ્યા આવે છે. તે ઉપરથી નતિ કાઢવી.

વિશ્લેષાંશ ઋણ અથવા ૨૭૦ થી ૩૬૦ અંશની વચ્ચે હોય ત્યારે લંબનને ઋણ ગણો. અન્ય પ્રસંગે લંબન ધન છે.

ત્રિ. લ. ન. ધન કે ઋણ હોય તે પ્રમાણે નતિને અનુક્રમે ધન કે ઋણ ગણો.

ઉદા૦ ચાલુ ઉદાહરણ સમયાંક ૧ = ૨ટા. ટા. ૮ ક. ૧૨ મિ. ૬ સે. નું છે (જુઓ આ પ્રકરણને અંતેનો ન્યાસ). ૨ટાં. ટા. ૫ાા ક. નો સૂર્ય = ૧૪૭ અં. ૨૮ ક. ૨૮ વિ. દિનગતિ = ૫૮ ક. ૫૦ વિ. આ ઉપરથી સમયાક ૧ નો સૂર્ય = ૧૪૭ અં. ૩૫ ક. ૫ વિ. ત્રિભોનલગ્ન = ૮૨ અં. ૩૮ ક. તેથી વિશ્લેષાંશ = ૧૪૭ અં. ૩૫ ક. ૫ વિ. – ૮૨ અં. ૩૮ ક. = ૬૪ અં. ૫૭ ક. ૫ વિ. તેની લાજ્યા = ૯૯૫૭૧. ચંદ્રનું પરમલંબન = ૫૬ ક. ૦ વિ. તેમાંથી – ૯ વિ.=૫૫ ક. ૫૧ વિ. તેની લાજ્યા = ૮૨૧૦૭ ત્રિ. લ. ન. ની લાકોટિજ્યા = ૧૦૦૦૦૦ (પાછળના ઉદાહરણમાંથી) તેથી લંબનની લાજ્યા = ૮૨૧૦૭ + ૯૯૫૭૧ + ૧૦૦૦૦૦ – ૨૦૦૦૦૦ =૮૧૬૭૮. તેથી લંબન = + ૫૦ ક. ૩૬ વિ.

ત્રિ. લ. ન. ની લાજ્યા = ૭૫૭૭૦ (પા૭૭ના ઉદાહરણમાંથી) તેથી નતિની લાજ્યા = ૭૫૭૭૦ + ૮૨૧૦૭ − ૧૦૦૦૦૦ = ૫૭૮૭૭ તેથી નતિ = +૧૩ વિ.

સૂચના. ઉપલા ગણિતમાં વિશ્લેષાંશ માટે દરેક સમયાંકનો સૂર્ય જોઈશે. સમયાંકો ૧૯ મિ. ૫૬¾ સે. એટલે લગભગ ૨૦ મિનિટને અંતરે છે. સૂર્યની દિનગતિનો ૭૨ મો ભાગ લેવાથી ૨૦ મિનિટની ગતિ આવશે. તે અનુક્રમે દરેક સમયાંકના સૂર્યમાં ઉમેરવાથી પછીના સમયાંકનો સૂર્ય આવશે.

૪૩. **દશ્ય ભોગાન્તર.** ચંદ્રમાંથી સૂર્ય બાદ કરવાથી **ભોગાન્તર** આવશે. ચંદ્રમાંથી સૂર્ય બાદ જતો ન હોય તો ૩૬૦ અંશ ન ઉમેરતાં – (ઋણ) ની નિશાની મૂકવી. આ ભોગાન્તર ભૂકેન્દ્રક (પૃથ્વીના ગર્ભના મધ્ય બિંદુથી જોતાં દેખાય તેટલું) આવશે. તેને **ભૂપૃષ્ઠક** અથવા **દશ્ય** (પૃથ્વી પરના ઇષ્ટ સ્થળથી જોતા જેટલુ દેખાય તેટલું) કરવા માટે તેમા **લંબન** લગાડો.

ઉદા૦ ૨૩ાં. ૮ા. ૫ાા વાગે ચંદ્ર = ૧૪૪ અં. ૩૮ ક. ૫૧ વિ. ચંદ્રની દિનગતિ = ૧૨ અં, ૪૦ ક. તેથી સમયાંક ૧ નો ચંદ્ર = ૧૪૬ અં. ૪ ક. ૨૪ વિ. આ સમયનો સૂર્ય = ૧૪૭ અં. ૩૫ ક. ૫ વિ. (છેલ્લા ઉદા૦ માંથી) તેથી ભૂકેન્દ્રક ભોગાન્તર = −૧ અં. ૩૦ ક. ૪૧ વિ. આમા + ૫૦ ક. ૩૬ વિ. = − ૪૦ ક. ૫ વિ. દશ્ય ભોગાન્તર. (ચંદ્ર સૂર્યની પશ્ચિમે). દશ્ય ભોગાન્તર ધન કે ઋણ હોય તે પ્રમાણે ચંદ્ર સૂર્યની અનુક્રમે પૂર્વે કે પશ્ચિમે હોય છે.

સૂચના. ઉપલા ગણિત માટે જોઇતા સૂર્ય અગાઉ વિશ્લેષાંશના ગણિતમાં આવી ગયો છે. દરેક સમયાંકનો ચંદ્ર જોઈશે. સમયાંકો ૧૯ મિ. ૫૬¾ સે. ને અંતરે છે. ચંદ્રની દિનગતિનો ૭૨ મો ભાગ લેવાથી ૨૦ મિનિટની ગતિ આવશે, તેમાંથી ૨ વિકલા બાદ કર-

વાથી ૧૯ મિ ૫૨૬ સે. ની ગતિ આવશે. તે અનુક્રમે દરેક સમપાંકના ચંદ્રમાં ઉમેરવાથી પછીના સમપાંકનો ચંદ્ર આવશે.

૪૪. **દશ્ય શર.** ભા. ૩ માં ચંદ્રના શરનું અને તેની દૈનિક ગતિનું ગણિત આપ્યું છે. તે ઉપરથી સૂર્યની ગેઝેટ (સે. ૪૦) દરેક સમપાંકનો શર કાઢો. આ શર ભૂકેન્દ્રક આવશે. તેમાં નતિ લગાડવાથી ભૂપૃષ્ઠક અથવા દશ્ય શર આવશે.

ઉદા૦ ૨ટાં. ટા. ૫ાા વાગે શર = + ૦ અં. ૨૧ ક. ૪૯ વિ દિનગતિ = − ૧ અં. ૧૦ ક. ૧૦ વિ તેથી સમપાંક ૧ નો શર = + ૦ અં. ૧૩ ક. ૫૫ વિ. ભૂકેન્દ્રક. આમાં + ૧૩ વિ. (નતિ) = + ૦ અં. ૧૪ ક. ૮ વિ, દશ્ય શર.

૪૫. **સરલાન્તર.** દશ્ય ભોગાન્તરના વર્ગમાં દશ્ય શરનો વર્ગ ઉમેરી સરવાળાનું વર્ગમૂળ લેવાથી **સરલાન્તર** આવે છે. યાદ રાખો કે ઋણ રકમનો વર્ગ પણ ધન આવે છે. સરલાન્તર એટલે સૂર્યચંદ્રના બિંબોના મધ્યબિંદુઓની વચ્ચેનું સીધું અંતર.

ઉદા૦ અહિં સરલાંતર $= \sqrt{(\text{૪૦ ક. ૫ વિ.})^2 + (\text{૧૪ ક. ૮ વિ.})^2}$
$= \sqrt{(\text{૨૪૦૫ વિ})^2 + (\text{૮૪૮ વિ})^2} = \text{૨૫૫૦ વિ.} = \text{૪૨ ક. ૩૦ વિ.}$

૪૬. **ચંદ્રનું દશ્ય બિંબ અને દશ્ય માનૈક્યખંડ.** ચંદ્રના બિંબમાં નીચે પ્રમાણે આવતી વૃદ્ધિ ઉમેરવાથી દશ્ય ચંદ્રબિંબ આવે છેઃ— વિક્ષેપાંશની લાકોટિજ્યા અને ત્રિ.લ.ન. ની લાકોટિજ્યાના સરવાળામાંથી ૧૮૫૦૦૦ બાદ કરવાથી વૃદ્ધિની વિકલાનો લાથવાંક આવે છે, તે ઉપરથી નીચેના કોષ્ટકમાંથી વૃદ્ધિ કાઢવીઃ—

ત્રિ. લ. ન. ની લાકોટિજ્યા સે. ૪૦ મા આવી ગઈ છે અને વિક્ષેપાંશના માત્ર અંશ લેવાથી ચાલશે.

વિ	લાઘ	વિ	લાઘ	વિ	લાઘ	વિ	લાઘ
૧	૦૦૦૦	૯	૯૫૪૨	૧૭	૧૨૩૦૪	૨૫	૧૩૯૭૯
૨	૩૦૧૦	૧૦	૧૦૦૦૦	૧૮	૧૨૫૫૩	૨૬	૧૪૧૫૦
૩	૪૭૭૧	૧૧	૧૦૪૧૪	૧૯	૧૨૭૮૮	૨૭	૧૪૩૧૪
૪	૬૦૨૧	૧૨	૧૦૭૯૨	૨૦	૧૩૦૧૦	૨૮	૧૪૪૭૨
૫	૬૯૯૦	૧૩	૧૧૧૩૯	૨૧	૧૩૨૨૨	૨૯	૧૪૬૨૪
૬	૭૭૮૨	૧૪	૧૧૪૬૧	૨૨	૧૩૪૨૪	૩૦	૧૪૭૭૧
૭	૮૪૫૧	૧૫	૧૧૭૬૧	૨૩	૧૩૬૧૭	૩૧	૧૪૯૧૪
૮	૯૦૩૧	૧૬	૧૨૦૪૧	૨૪	૧૩૮૦૨		

સૂર્યબિંબ અને ચંદ્રના દૃશ્ય બિંબના સરવાળાના અર્ધાને **દૃશ્ય માનૈક્યખંડ અથવા ટુંકમાં માનૈક્યખંડ** કહે છે

ઉદા૦ અહિં ત્રિપ્રશ્નાંશ = ૬૫ અં (૯ ૪૨) તેની લાઘ કોટિજ્યા = ૯૬૨૫૮ ત્રિ લ ન ની કોટિજ્યા = ૧૦૦૦૦૦ (ગ ૪૦) તેથી વૃદ્ધિનો લાઘવાંક = ૯૬૨૫૮ + ૧૦૦૦૦૦ − ૧૮૫૦૦૦ = ૧૧૨૫૮ તેથી વૃદ્ધિ = ૧૩ વિ ચંદ્રબિંબ = ૩૦ ક ૨૯ વિ તથી દૃશ્ય ચંદ્રબિંબ = ૩૦ ક ૨૯ વિ + ૧૩ વિ = ૩૦ ક ૪૨ વિ સૂર્યબિંબ = ૩૧ ક ૩૭ વિ તેથી દૃશ્ય માનૈક્યખંડ = (૩૧ ક ૭ વિ + ૩૦ ક ૪૨ વિ) − ૨ = (૬૨ ક ૧૯ વિ) − ૨ = ૩૧ ક ૧૦ વિ

૪૭ દૃશ્ય માનૈક્યખંડમાંથી સ્પષ્ટ શરાંતર બાદ કરવાથી ગ્રાસ આવે છે જેમ શરાંતર દૃ મા ખં કરતા મોટું હોય તો શરાન્તરમાંથી દૃ મા ખં બાદ કરવાથી શુદ્ધિ આવે છે ગ્રાસ ધન અને શુદ્ધિ ઋણ જે ગ્રાસ આવે ત્યારે ગ્રહણ ચાલુ છે અને ગ્રાસનો આંકડો તે વખતે સૂર્યબિંબનો ઘેરાયેલો ભાગ બતાવે છે શુદ્ધિ આવે ત્યારે ગ્રહણ હજુ થયું નથી અથવા થઈ ગયું છે અને શુદ્ધિનો આંકડો સૂર્યચંદ્રની ચોથી નક્ષત્રની કિનારીઓની વચ્ચેનું અંતર બતાવે છે

ઉદા૦ અહિં દૃશ્ય માનૈક્યખંડ = ૩૧ ક ૧૦ વિ અને

સરલાંતર – ૪૨ ક. ૩૦ વિ. તેથી ૪૨ ક. ૩૦ વિ. – ૩૧ ક. ૧૦ વિ. = – ૧૧ ક. ૨૦ વિ. શુદ્ધિ. તે સૂર્યચંદ્રની સૌથી નજીકની કિનારીઓની વચ્ચેનું અંતર છે.

૪૮. **સ્પર્શકાળ અને મોક્ષકાળ.** ઉપર પ્રમાણે દરેક સમયાંકનું ગણિત, તેઓનાં સ્ટાં. ટા. અને વિષુવકાળથી માંડીને ગ્રાસ-શુદ્ધિ સુધીનું, આ પ્રકરણને અંતે (ગ્રહણગણિતના 'ન્યાસ' માં કોષ્ટક રૂપે આપ્યું છે, તે જુઓ. જ્યાં ગ્રાસ અને શુદ્ધિ ૦ આવે ત્યાં સ્પર્શ અને મોક્ષ સમજવા. બે સમયાંકો વચ્ચેનું અંતર ૧૯ મિ. ૫૬$\frac{3}{4}$ સે. છે તેને બદલે આ ગણિતમાં ૨૦ મિ. = ૧૨૦૦ સે. લેવું, કારણકે આમ કરવાથી વધુમાં વધુ ૩$\frac{1}{4}$ સે. નો ફરક આવશે તે ઉપેક્ષણીય છે.

ઉદા૦ 'ન્યાસ' માં સમયાંક ૨ માં ૩ ક. ૫૩ વિ. શુદ્ધિ અને સમયાંક ૩ માં ૩ ક. ૧૭ વિ. ગ્રાસ છે. ૩ ક. ૫૩ વિ. + ૩ ક. ૧૭ વિ. = ૭ ક. ૧૦ વિ. ફરક પડવા માટે ૧૨૦૦ સે. લાગે તો ૩ ક. ૫૩ વિ. = ૨૩૩ વિ. ફરક પડવા માટે ૧૨૦૦ × ૨૩૩ ÷ ૪૩૦ = ૬૫૦ સે = ૧૦ મિ. ૫૦ સે. લાગે, તે સમયાંક ૨ ના સ્ટાં. ટા. ૮ ક ૩૨ મિ. ૩ સે. માં ઉમેરવાથી ૮ ક. ૪૨ મિ. ૫૩ સે. **સ્પર્શકાળ** આવ્યો. મોક્ષકાળ એમને એમજ સમ. ૧૨ = સ્ટાં. ટા. ૧૧ ક. ૫૧ મિ. ૨૯ સે. આવી જાય છે.

૪૯. વિદ્યાર્થીના સંતોષ ખાતર અમે ન્યાસમા સમયાંકોનાં સરલાન્તરના આંકડા આપ્યા છે, પણ આપણે ઉપર જોયું કે સ્પર્શ-કાળ અને મોક્ષકાળના ગણિત માટે માત્ર ચાર સમયાંકના ગણિતની જ જરૂર પડે છે. બાકીના સમયાંકોનાં સરલાંતરનું ગણિત એ નકામી મહેનત થઈ પડે છે; વળી આ ગણિત ખૂબ લંબાણવાળું છે, કારણ કે તેમાં બે સંખ્યાના વર્ગ કરીને તેઓના સરવાળાનું વર્ગમૂળ લેવાનું હોય છે. આ કારણે અમે

નીચેનો નિયમ બનાવીએ છીએ, જેથી જે સરલાંતર નકામું નીવડ-વાનું હોય તેની અગાઉથી જ ખબર પડી જાય અને તેથી તેનું ગણિત કરવાની નકામી મહેનત લેવી ન પડે. તે નિયમ આ પ્રમાણે છેઃ—

નિયમઃ દૃશ્ય ભોગાંતર અને દૃશ્ય શર એ બંનેનાં ચિન્હ (+ કે −) કાઢી નાખતાં એ બેમાંથી જે રકમ મોટી માલુમ પડે તે રકમ કરતાં સરલાંતર મોટું આવશે અને તે રકમના દોઢા કરતાં નાનું આવશે.

ઉપરનો નિયમ ધ્યાનમાં રાખવાથી, દૃશ્ય માનૈક્યખંડ ૩૧ ક. ૧૦ વિ. થી ૩૧ ક. ૧૭ વિ. સુધીમાં છે એ યાદ રાખવાથી અને ગ્રાસ કે શુદ્ધિ દૃશ્ય માનૈક્યખંડ અને સરલાંતરની બાદબાકીથી આવે છે એ હકીકત ઉપરથી બધા સમયાંકોમાં ગ્રાસ કે શુદ્ધિ આવશે તે જણાઇ આવે છે, તે નીચે પ્રમાણેઃ—

સમયાંક ૧ અને ૨ માં શુદ્ધિ છે સમ. ૩ માં નિર્ણય થતો નથી. સમ. ૪ થી ૧૦ માં ગ્રાસ છે. સમ. ૧૧ અને ૧૨ માં નિર્ણય થતો નથી. સમ. ૧૩ માં શુદ્ધિ છે.

અહિં સમ. ૧૧ માં નિર્ણય થતો નથી એમ લાગે છે, પણ તેમાં દૃશ્ય શર બહુ નાનો હોવાથી સરલાંતર દૃશ્ય ભોગની લગભગ-માંજ આવશે, તેથી ગ્રાસ આવશે. એટલે નિર્ણય થતો નથી એવા બે સમયાંકો (૩ અને ૧૨) રહ્યા, તેનું ગણિત પહેલાં કર્યું, તો સમ. ૩ માં ગ્રાસ અને સમ. ૧૨માં મોક્ષકાળ આવ્યો. આથી સમ. ૩ ની પહેલાના શુદ્ધિવાળા સમયાંક ૨ નું ગણિત કર્યું, જેથી સ્પર્શ-કાળ કાઢી શકાય. આ રીતે એકે સરલાંતરનું નકામું ગણિત કરવું ન પડ્યું.

૫૦ ગ્રહણમધ્યકાળ અને પરમ ગ્રાસ. પરમ ગ્રાસ એટલે વધારેમાં વધારે ગ્રાસ થવાનો સમય ગ્રહણમધ્યકાળ કહેવાય છે અને

તે દૃશ્ય ભોગાંતર ૦ થતાં આવે છે. આ સમય સ્પર્શકાળ કે મોક્ષ કાળની પેઠે ન્યાસ ઉપરથી નક્કી થઈ શકે છે. આ સમયનો દૃશ્ય શર ન્યાસ ઉપરથી આવશે; તેજ આ સમયનું સરલાંતર. આ ઉપરથી આવતો ગ્રાસ તે પરમ ગ્રાસ.

ઉદા૦ ન્યાસમાં સમ. ૬ નું દ. ભો.–૪ ક. ૪૬ વિ. અને સમ. ૭ નું દ. ભો + ૧ ક. ૩૩ વિ. છે. ૪ ક. ૪૬ વિ. + ૧ ક. ૩૩ વિ. = ૬ ક. ૧૯ વિ. = ૩૭૯ વિ. ફરક પડવા માટે ૧૨૦૦ સે. લાગે, તો ૪ ક. ૪૬ વિ. = ૨૮૬ વિ. ફરક પડવા માટે ૧૨૦૦ × ૨૮૬ ÷ ૩૭૯ = ૯૦૬ સે. = ૧૫ મિ. ૬ સે. લાગે, તે સમ. ૬ ના સ્ટાં. ટા. ૯ ક. ૫૧ મિ. ૪૯ સે. માં ઉમેરવાથી ૧૦ ક. ૬ મિ. ૫૫ સે. ગ્રહણમધ્યકાળ આવ્યો.

ન્યાસ ઉપરથી સમ. ૬ નો દ. શ. + ૮ ક. ૩૯ વિ. અને સમ. ૭ નો દ. શ + ૬ ક. ૫૨ વિ. છે. આ બેનો તફાવત = ૧ ક. ૪૭ વિ. = ૧૦૭ વિ. ૧૨૦૦ સે. માં થાય તો ૯૦૬ સે માં તફાવત = ૧૦૭ × ૯૦૬ ÷ ૧૨૦૦ = ૮૧ વિ. = ૧ ક. ૨૧ વિ. આવે, તે સમ. ૬ ના દ. શ ૮ ક. ૩૯ વિ. માંથી બાદ કરવાથી ૭ ક. ૧૮. વિ. દૃશ્ય શર આવ્યો તેજ સરલાંતર. તે દ. ભો. ૩૧ ક. ૧૫ વિ. માંથી બાદ કરવાથી ૨૩ ક. ૫૭ વિ. ગ્રાસ આવ્યો તેજ પરમ ગ્રાસ. મધ્યકાળે સૂર્યના બિંબ (વ્યાસ) માંથી આટલો ભાગ ઘેરાયેલો દેખાશે.

૫૧. ગ્રહણનું મહત્ત્વ. ચંદ્રગ્રહણની પેઠે જ આ કાઢવું. (ભા. ૩ લે. ૧૨) ઉદા૦ ૨૩ ક. ૫૭ વિ. × ૧૦૦૦ ÷ ૩૧ ક. ૩૭ વિ. = ૭૫૮ સહસ્રાંશ ગ્રહણનું મહત્ત્વ.

૫૨. પર્વકાળ=મોક્ષકાળ–સ્પર્શકાળ=અહિં ૧૧ ક. ૫૧ મિ. ૨૯ સે. – ૮ ક. ૪૨ મિ. ૫૩ સે. = ૩ ક. ૮ મિ. ૩૬ સે.

૫૩. ગ્રસ્તોદય અને ગ્રસ્તાસ્ત ગ્રહણ. સૂર્ય ઘેરાયેલો ઉગે કે આથમે તે અનુક્રમે ગ્રસ્તોદય કે ગ્રસ્તાસ્ત ગ્રહણ કહેવાય છે.

ભા. ૨ માં સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત કાઢવાની રીત આપી છે. જરૂર પડે તો તેની મદદથી ગ્રસ્તોદય અને ગ્રસ્તાસ્તનો નિર્ણય થઈ શકશે. ચાલુ ઉદાહરણમાં આ બેમાંથી કંઇ નથી.

૫૪. ખગ્રાસ અને કંકણાકૃતિ ગ્રહણ સૂર્યબિંબ અને દૃશ્ય ચંદ્રબિંબમાંથી જે મોટું હોય તેમાંથી નાનું બાદ કરવાથી દૃશ્ય માનાન્તરખંડ આવે છે. ગ્રહણમધ્યકાળે દૃશ્ય માનાન્તરખંડ મધ્યાંતર કરતાં મોટું હોય તો ખગ્રાસ અથવા કંકણાકૃતિ ગ્રહણ થાય છે; જો સૂર્યબિંબ દૃશ્ય ચંદ્રબિંબ કરતાં નાનું હોય તો ખગ્રાસ અને મોટું હોય તો કંકણાકૃતિ ગ્રહણ થાય છે. ખગ્રાસમાં આખો સૂર્ય ઘેરાઈ જાય છે અને કંકણાકૃતિ ગ્રહણમાં સૂર્યનો વચલો ભાગ ઘેરાઇને તેની આસપાસ સૂર્યબિંબની પાતળી કોર પ્રકાશિત દેખાય છે. આ બંને પ્રકારના ગ્રહણોના પરમ ગ્રાસનો અર્થ ભા. ૩, લે. ૧૦ ઉપરથી જાણી લેવો. બંનેના સંમીલન અને ઉન્મીલન પણ ભા. ૩, લે. ૧૪ ઉપરથી જાણવા. (ખગ્રાસ અને કંકણાકૃતિ એ બંને ગ્રહણોનો આરંભ તે સંમીલન અને અંત તે ઉન્મીલન.)

ઉદા૦ ચાલુ ઉદાહરણમાં ગ્રહણમધ્યકાળ = ૧૦ ક. ૬ મિ. ૫૫ સે. (લે. ૫૦). તે સમયનું દૃશ્ય ચંદ્રબિંબ (લે ૪૬) = ૩૦ ક. ૫૩ વિ. સૂર્યબિંબ = ૩૧ ક. ૩૭ વિ. તેથી દૃશ્ય માનાન્તરખંડ = (૩૧ ક. ૩૭ વિ. − ૩૦ ક. ૫૩ વિ) ÷ ૨ = ૨૨ વિ.

(ચાલુ પૃ. ૭૬ ઉપર)

સૂર્યગ્રહણગણિતનો ન્યાસ. (ચાલુ સામેના પૃષ્ઠ ઉપર)
ઈ. સ. ૧૯૩૩, આગસ્ટ, તા. ૨૧

ક	ખ	ગ	ઘ	ઙ	ચ	છ	જ	ઝ
સમ-યાંક	સ્ટાં. ટા.	ત્રિજુ.	ત્રિ. લ. ન.	ત્રિ. લ.	સૂર્ય	વિશ્લેષાંશ =ચ−ઙ	લંબન	નતિ
	લે. ૩૯	લે. ૩૯	લે ૪૦	લે. ૪૧	લે. ૪૨	લે. ૪૨	લે. ૪૨	લે. ૪૨
લે. ૩૯	ક. મિ. સે.	અંશ	અં. ક.	અં. ક.	અં. ક. વિ.	અં. ક. વિ	ક. વિ.	ક. વિ.
૧	૮ ૧૨ ૬	૮૨	+ ૦ ૧૩	૮૨ ૩૮	૧૪૭ ૩૫ ૫	૬૪ ૫૭ ૫	+ ૫૦ ૩૬	+ ૦ ૧૩
૨	૮ ૩૨ ૩	૮૭	+ ૦ ૩૦	૮૭ ૧૮	૧૪૭ ૩૫ ૫૪	૬૦ ૧૭ ૫૪	+ ૪૮ ૩૬	+ ૦ ૩૦
૩	૮ ૫૧ ૫૯	૯૨	+ ૦ ૩૦	૯૧ ૪૮	૧૪૭ ૩૬ ૪૩	૫૫ ૪૮ ૪૩	+ ૪૬ ૧૮	+ ૦ ૩૦
૪	૯ ૧૧ ૫૬	૯૭	+ ૦ ૧૮	૯૬ ૨૪	૧૪૭ ૩૭ ૩૨	૫૧ ૧૩ ૩૨	+ ૪૩ ૩૬	+ ૦ ૧૮
૫	૯ ૩૧ ૫૩	૧૦૨	+ ૦ ૦	૧૦૧ ૬	૧૪૭ ૩૮ ૨૧	૪૬ ૩૨ ૨૧	+ ૪૦ ૪૨	+ ૦ ૦
૬	૯ ૫૧ ૪૯	૧૦૭	− ૦ ૨૪	૧૦૫ ૪૨	૧૪૭ ૩૯ ૧૦	૪૧ ૫૭ ૧૦	+ ૩૭ ૨૪	− ૦ ૨૪
૭	૧૦ ૧૧ ૪૬	૧૧૨	− ૧ ૧૮	૧૧૦ ૧૨	૧૪૭ ૩૯ ૫૯	૩૭ ૨૭ ૫૯	+ ૩૪ ૦	− ૧ ૧૨
૮	૧૦ ૩૧ ૪૩	૧૧૭	− ૨ ૦	૧૧૪ ૪૨	૧૪૭ ૪૦ ૪૮	૩૨ ૫૮ ૪૮	+ ૩૦ ૩૦	− ૧ ૫૪
૯	૧૦ ૫૧ ૩૯	૧૨૨	− ૨ ૪૨	૧૧૯ ૧૨	૧૪૭ ૪૧ ૩૭	૨૮ ૨૯ ૩૭	+ ૨૬ ૪૨	− ૨ ૩૬
૧૦	૧૧ ૧૧ ૩૬	૧૨૭	− ૩ ૪૨	૧૨૩ ૪૨	૧૪૭ ૪૨ ૨૬	૨૪ ૦ ૨૬	+ ૨૨ ૪૮	− ૩ ૩૦
૧૧	૧૧ ૩૧ ૩૩	૧૩૨	− ૪ ૫૪	૧૨૮ ૧૨	૧૪૭ ૪૩ ૧૫	૧૯ ૩૧ ૧૫	+ ૧૮ ૪૨	− ૪ ૩૬
૧૨	૧૧ ૫૧ ૨૯	૧૩૭	− ૬ ૧૨	૧૩૨ ૩૬	૧૪૭ ૪૪ ૪	૧૫ ૮ ૪	+ ૧૪ ૩૦	− ૫ ૫૪
૧૩	૧૨ ૧૧ ૨૬	૧૪૨	− ૭ ૩૬	૧૩૭ ૦	૧૪૭ ૪૪ ૫૩	૧૦ ૪૪ ૫૩	+ ૧૦ ૧૮	− ૭ [illegible]

સૂર્યગ્રહણગણિતનો ન્યાસ. (ચાલુ ભાગેના પૃષ્ઠથી)
ઈ. સ. ૧૯૩૩, ઓગસ્ટ, તા. ૨૧

अ	ट	ठ	ड	ढ	ण	त	थ	द
ચંદ્ર પે ૪૩ અં. ક. વિ.	ભોગાંતર =ज−च પે ૪૩ ક. વિ.	દૃશ્ય ભો. =ट+ज પે. ૪૩ ક. વિ.	શર પે ૪૪ ક. વિ.	દૃશ્ય શર ड+झ પે. ૪૪ ક. વિ.	અરસાંતર $=\sqrt{ठ^2+ढ^2}$ પે. ૪૫ ક. વિ.	દૃશ્ય માને. પે ૪૬ ક. વિ.	ગ્રાસ, શુદ્ધિ =त−ण પે. ૪૭ ક. વિ.	સમયાંક વિ. ૩૯
૧૪૬ ૬ ૨૪	−૯૦ ૪૧	− ૪૦ ૫	+ ૧૩ ૫૧	+ ૧૪ ૮	૪૨ ૩૦	૩૧ ૧૦	−૧૧ ૨૦ શુ.	૧
૧૪૬ ૧૪ ૫૫	−૮૦ ૫૯	− ૩૨ ૨૩	+ ૧૨ ૫૭	+ ૧૩ ૨૯	૩૧ ૪	૩૧ ૧૧	− ૩ ૫૩ શુ.	૨
૧૪૬ ૨૫ ૨૬	−૭૧ ૧૭	− ૨૪ ૫૯	+ ૧૧ ૫૮	+ ૧૨ ૨૮	૨૭ ૫૫	૩૧ ૧૨	+ ૩ ૧૭ ગ્રા.	૩
૧૪૬ ૩૫ ૫૮	−૬૧ ૩૪	− ૧૭ ૫૮	+ ૧૧ ૦	+ ૧૧ ૧૮	૨૧ ૧૩	૩૧ ૧૩	+૧૦ ૦ ગ્રા.	૪
૧૪૬ ૪૬ ૨૯	−૫૧ ૫૨	− ૧૧ ૧૦	+ ૧૦ ૧	+ ૧૦ ૧	૧૫ ૦	૩૧ ૧૪	+૧૬ ૧૪ ,,	૫
૧૪૬ ૫૭ ૦	−૪૨ ૧૦	− ૬ ૪૬	+ ૯ ૩	+ ૮ ૩૯	૯ ૫૩	૩૧ ૧૫	+૨૧ ૨૨ ,,	૬
૧૪૭ ૭ ૩૨	−૩૨ ૨૭	+ ૧ ૩૩	+ ૮ ૪	+ ૬ ૫૨	૭ ૨	૩૧ ૧૫	+૨૪ ૧૩ ,,	૭
૧૪૭ ૧૮ ૩	−૨૨ ૪૫	+ ૭ ૪૫	+ ૭ ૬	+ ૫ ૧૦	૯ ૨૦	૩૧ ૧૬	+૨૧ ૫૬ ,,	૮
૧૪૭ ૨૮ ૩૪	−૧૩ ૩	+ ૧૩ ૩૯	+ ૬ ૭	+ ૩ ૩૧	૧૪ ૬	૩૧ ૧૬	+૧૭ ૧૦ ,,	૯
૧૪૭ ૩૯ ૬	− ૩ ૨૦	+ ૧૯ ૨૮	+ ૫ ૯	+ ૧ ૩૯	૧૯ ૨૨	૩૧ ૧૬	+૧૧ ૪૬ ,,	૧૦
૧૪૭ ૪૯ ૩૭	+ ૬ ૨૨	+ ૨૫ ૪	+ ૪ ૧૦	− ૦ ૨૬	૨૫ ૪	૩૧ ૧૭	+ ૬ ૧૩ ,,	૧૧
૧૪૮ ૦ ૮	+૧૬ ૪૦	+ ૩૧ ૧૦	+ ૩ ૧૨	− ૨ ૪૨	૩૧ ૧૭	૩૧ ૧૭	+ ૦ ૦ ,,	૧૨
૧૪૮ ૧૦ ૪૦	+૨૫ ૪૭	+ ૩૬ ૫	+ ૨ ૧૩	− ૧ ૫૯	૩૬ ૮	૩૧ ૧૭	− ૪ ૫૧ શુ.	૧૩

(ચાલુ પૃ. ૭૩ થી)

આ વખતે સરલાંતર = ૭ ક. ૧૮ વિ. (લે. ૫૦) તેથી આ ગ્રહણ અમદાવાદમાં કંકણાકૃતિ દેખાશે નહિ. (ખંડગ્રાસ દેખાશે.) જ્યાં ગ્રહણમધ્યકાળે સરલાંતર માનાન્તર ખંડ કરતાં નાનું હશે, ત્યાં કંકણાકૃતિ ગ્રહણ દેખાશે, કારણ કે સૂર્યબિંબાર્ધ ચંદ્રબિંબાર્ધ કરતાં મોટું છે. અયોધ્યા, પાણીપત, ગોરખપુર, છપરા, ડેરાઇસ્માઇલખાન, પટણા, પતિયાળા, પ્લાસી, બરેલી, મીરત, મોરાદાબાદ, મોંટગોમેરી, વગેરે શહેરોની પાસે થઇને જતી રેખા ઉપર આ ગ્રહણ કંકણાકૃતિ દેખાશે.

૫૫. સ્પર્શ અને મોક્ષની દિશા. સૂર્યગ્રહણમાં સ્પર્શ સૂર્યબિંબની પશ્ચિમ બાજુએ અને મોક્ષ પૂર્વ બાજુએ થાય છે, સ્પર્શ અને મોક્ષની દિશા બરાબર જાણવા માટે ચંદ્રગ્રહણની પેઠે ગણિત કરવું પડે છે, તે નીચે આપીએ છીએ.

૫૬. સ્થાનાંશ. આની રીત ચંદ્રગ્રહણ વાળા સ્થાનાંશને મળતી છે. ચિહ્ન વિનાના દશ્ય શરને ૧૦૦૦ થી ગુણી દશ્ય માનૈક્યખંડથી ભાગવાથી જે આવે તેને જ્યા તરીકે ગણીને ભા. ૨, કો. ૭ માંથી કોણ કાઢવો. દશ્ય શર ઉત્તર અથવા દક્ષિણ હોય તે પ્રમાણે આ કોણને ૯૦ અંશમા અનુક્રમે બાદ કરવો અથવા ઉમેરવો. આમ કરવાથી સ્થાનાંશ આવશે તે સ્પર્શ માટે ધન (ઉત્તરથી પશ્ચિમ તરફ) અને મોક્ષ માટે ઋણ (ઉત્તરથી પૂર્વ તરફ) માનવા.

ઉદા. (૧) સ્પર્શ માટે:—(ન્યાસ ઉપરથી) દશ્ય શર = ૧૨ ક. ૫૫ વિ. = ૭૭૫ વિ. તેને × ૧૦૦૦ = ૭૭૫૦૦૦ વિ. દશ્ય માનૈક્યખંડ = ૩૧ ક. ૧૨ વિ = ૧૮૭૨ વિ. ૭૭૫૦૦૦ ÷ ૧૮૭૨ = ૪૦૨. આટલી જ્યા માટે કોણ = ૨૩ અં. ૪૬ ક. ૯૦ અં − ૨૩ અં. ૪૬ ક. = + ૬૬ અં. ૧૪ ક. સ્પર્શના સ્થાનાંશ.

(૨) તેજ પ્રમાણે મોક્ષ માટે:—દશ્ય શરઃ=૨ ક. ૪૨ વિ. = ૧૬૨ વિ. તેને × ૧૦૦૦ = ૧૬૨૦૦૦ વિ. દશ્ય માનૈક્યખંડ = ૩૧ ક. ૧૭ વિ. = ૧૮૭૭ વિ. ૧૬૨૦૦૦ ÷ ૧૮૭૭ = ૮૬. આટલી જ્યા માટે કોણ = ૪ અં. ૫૬ ક. ૯૦ અં. + ૪ અં. ૫૬ ક. = −૯૪ અં. ૫૬ ક. મોક્ષના સ્થાનાંશ.

૫૭. સૂર્યગ્રહણમાં વિક્ષેપવલન લગાડવાનું નથી.

૫૮. અયનવલન. સૂર્યમાં ૯૦ અંશ ઉમેરવાથી જે આવે તેટલા સૂર્યની ક્રાંતિ (ભા. ૨, કો. ૬) તે અયનવલન. ૯૦ અંશ ઉમેરવાથી જે સૂર્ય આવે તે જો ૦ થી ૧૮૦ અં. સુધીમાં હોય તો અયનવલન ધન, અને નહિ તો ઋણ સમજવું.

૫૯. અક્ષવલન. સ્પર્શ અથવા મોક્ષના સ્ટાંડર્ડ ટાઇમમાં ૬૮ સ્થળનું રેખાંતર (ભા. ૨, કો. ૨) પૂર્વ હોય તો ઉમેરવાથી અને પશ્ચિમ હોય તો બાદ કરવાથી સ્થાનિક કાલ (લોકલ ટાઈમ) આવે છે. આ કાલ અને ૧૨ ક. એ બેમાંથી મોટી રકમમાંથી નાની બાદ કરી બાકી રહે તેને ૧૫ થી ગુણવાથી **નતકાલાંશ** આવશે. તેની લાંજ્યામાં ૬૮ સ્થળના અક્ષાંશની લાંજ્યા ઉમેરી ૧૦૦૦૦૦ બાદ કરવાથી **અક્ષવલનની** લાંજ્યા આવશે. તે ઉપરથી અક્ષવલન કાઢવું. તે સ્થાનિક મધ્યાહ્ન પહેલાં ધન અને સ્થાનિક મધ્યાહ્ન પછી ઋણ જાણવું.

૬૦. સૂર્યગ્રહણમાં વિક્ષેપવલન નહિ હોવાથી (લે. ૫૭) સ્થાનાંશમાં અયનવલન લગાડવાથી ઉત્તર ધ્રુવ પરત્વેની દિશા અને તેમાં અક્ષવલન લગાડવાથી ક્ષિતિજના ઉત્તર બિંદુ પરત્વેની દિશા આવશે. આની વિશેષ સમજણ ચંદ્રગ્રહણમાં લે. ૧૬ થી ૨૨ મા આપી છે, ત્યાં જુઓ. અયનવલન અને અક્ષવલનની રીતો બંને ગ્રહણોમાં બહુ જ મળતી હોવાથી અને ચંદ્રગ્રહણમાં તેનાં ઉદાહરણો આપેલાં હોવાથી વિસ્તાર ભયથી અહિં તેના ઉદાહરણો આપતા નથી.

૬૧: ખસ્વસ્તિક પરત્વે સ્પર્શમોક્ષની દિશાઓ. અહિં અમે એક નવા પ્રકારની દિશા દાખલ કરીએ છીએ અને તે ખસ્વસ્તિક' પરત્વેની દિશાઓ છે. આની સમજણ ચંદ્રગ્રહણમાં સે. ૨૩ માં આવી ગઈ છે, પણ તેનું ગણિત ત્યાં આપી શકાયું નહોતું તે અહિં આપીએ છીએ. આ દિશા ન્યાનાંશમાં શીર્ષવલન લગાડવાથી આવે છે.

શીર્ષવલન. સૂર્યમાંથી ત્રિ. લ. બાદ કરવાથી વિશ્લેષાંશ આવે છે. એમ સે. ૪૨ માં કહ્યું છે. જ્યારે સૂર્ય ત્રિ. લ. કરતાં નાનો હોય ત્યારે તેમાં ૩૬૦ અંશ ઉમેરી તેમાંથી ત્રિ. લ. બાદ કરવાથી વિશ્લેષાંશ આવે, અથવા ત્રિ. લ. માથી સૂર્ય બાદ કરી તેને ઋણ (−) ની નીશાની લગાડવાથી પણ વિશ્લેષાંશ આવે, આવે પ્રસંગે આ બેમાંથી ગમે તે રીતે વિશ્લેષાંશ કાઢયા હોય, પણ આપણે તો એ બનેને ઋણ વિશ્લેષાશ તરીકે અહિં ગણીશું વિશ્લેષાશની લાન્જ્યામા ૧૦૦૦૦૦ ઉમેરી સરવાળામાથી ત્રિ. લ. ન. નો લારપ બાદ કરવાથી જે આવે તેને લારપ ગણીને તેનો કોણ કાઢો. જો ત્રિ. લ ન. ઋણ હોય તો આ કોણ તે જ શીર્ષવલન, પણ જો ત્રિ. લ. ન. ધન હોય તો આ કોણને ૧૮૦ અંશમાંથી બાદ કરવાથી શીર્ષવલન આવે છે, વિશ્લેષાંશ ધન હોય તો શીર્ષવલન ઋણ, અને વિશ્લેષાંશ ઋણ હોય તો શીર્ષવલન ધન ગણો. ખસ્વસ્તિક પરત્વેની દિશા ધન હોય તો તેને મથાળેથી જમણી તરફ ગણવી અને ઋણ હોય તો તેને મથાળેથી ડાબી તરફ ગણવી.

ઉદા. (૧) સ્પર્શ માટે (ન્યાસમાંથી):− વિશ્લેષાશ = + ૫૭ અં. ૫૨ ક. તેની લાજ્યા=૯૯૨૭૮. ત્રિ. લ. ન. = + ૩૦ ક. તેનો લારપ=૭૬૪૦૮. ૯૯૨૭૮ + ૧૦૦૦૦૦−૭૬૪૦૮ = ૧૧૯૮૭૦ આને લારપ ગણતાં કોણ = ૮૯ અં. ૨૪ ક. તેથી શીર્ષવલન = − (૧૮૦ અં. − ૮૯ અં. ૨૪ ક.) = − ૯૦ અં. ૩૬ ક.

(૨) મોક્ષ માટે (ન્યાસમાંથી):—વિક્ષેપાંશ = +.૧૫ અં. ૮ ક. તેની લાક્ષ્મા = ૯૪૧૬૮. ત્રિ. લ. ન. = — ૬ અં. ૧૨ ક. તેના લારપ = + ૯૦૩૬૦. ૯૪૧૬૮ + ૧૦૦૦૦૦ — ૯૦૩૬૦ = ૧૦૩૮૦૮. આને લારપ ગણતાં કોણ = ૬૭. અં. ૨૪ ક. તેથી શીર્ષવધન = — ૬૭ અં. ૨૪ ક.

તેથી ખસ્વસ્તિક પરત્વે સ્પર્શની દિશા = + ૬૬ અં. ૧૪ ક. (સ્થાનાંશ, લે. ૫૬) — ૯૦ અં. ૩૬ ક. (શીર્ષ.) = — ૨૪ અં. ૨૨ ક. (મથાળેથી ડાબી તરફ) અને ખસ્વસ્તિકથી મોક્ષની દિશા = — ૯૪ અં. ૫૬ ક. (સ્થાનાંશ, લે. ૫૬) — ૬૭ અં. ૨૪ ક. (શીર્ષ.) = — ૧૬૨ અં. ૨૦ ક. (મથાળેથી ડાબી તરફ)

સૂર્યબિંબને ઘડિયાળની તખ્તી (ડાયલ) માનીએ તો સ્પર્શ ૫૬ મિનિટના આંકા આગળ અને મોક્ષ ૩૩ મિનિટના આંકા આગળ થશે. (૬૦ મિનિટ = ૩૬૦ અંશ, તેથી ૧ મિ. = ૬ અં. ગણતાં)

૬૨. સંમીલન અને ઉન્મીલનની દિશાઓ. સ્પર્શ અને મોક્ષની દિશાઓમાં દશ્ય માનૈકપખંડને બદલે દશ્ય માનાન્તરખંડ (લે. ૫૪) લેવાથી અને બાકીનું બધું ગણિત તે જ પ્રમાણે કરવાથી અનુક્રમે સંમીલન અને ઉન્મીલન (લે. ૫૪)ની દિશાઓ આવે છે.

૬૩. આ ગણિતના ઉપયોગી પરિણામો નીચે આપીએ છીએ.

ઇ. સ. ૧૯૩૩, આગસ્ટ, તા. ૨૧ ને દિવસે અમદાવાદમાં દેખાનારું ખંડગ્રાસ સૂર્યગ્રહણ:

સ્પર્શકાળ	સ્ટાં. ટા.	૮	ક.	૪૨	મિ.	૫૩	સે.
મધ્યકાળ	,,	૧૦	,,	૬	,,	૫૫	,,
મોક્ષકાળ	,,	૧૧	,,	૫૧	,,	૨૯	,,
પર્વકાળ	,,	૩	,,	૮	,,	૩૬	,,

ગ્રહણનું મહત્ત્વ (પરમ ગ્રાસ). ૭૫૮ (સૂર્યનો વ્યાસ = ૧ ગણતાં)

સૂર્યબિંબના સૌથી ઊંચા બિંદુથી

સ્પર્શ ૨૪ અંશ ૨૨ કલા ડાબી તરફ
મોક્ષ ૧૬૨ ,, ૨૦ ,, ડાબી ,,

તા. ક. ઉપરના સમયોમાંથી સેકંડો અને સ્પર્શમોક્ષની દિશાઓમાંથી કલાઓ ખરી રીતે છોડી દેવી જોઇએ, કારણ કે આપણા ગણિતના સમયોમાં મિનિટ કરતા અને દિશાઓમા અંશ કરતાં વધારે સૂક્ષ્મતા આવશે નહિ.

અમદાવાદમાં મેં ઉપલા ગ્રહણનો સ્પર્શકાળ ૮ ક. ૪૫ મિ. અને મોક્ષકાળ ૧૧ ક. ૫૦ મિ. જોયો હતો. મધ્યકાળે લગભગ ॥ કલાક સુધી ગ્રાસ લગભગ સરખો દેખાવાથી હું મધ્યકાળ બરાબર નિશ્ચિત કરી શક્યો ન હતો, પણ તે ૧૦ થી ૧૦। વાગ્યા સુધીમાં હતો, અને તે વખતે ગ્રાસ સૂર્યના વ્યાસનો લગભગ ૦॥। ભાગ હતો, તે ઉપલા પરિણામ સાથે મળી રહે છે. સ્પર્શની પછી અને મોક્ષની પહેલાં એક બે મિનિટની અંદરનો ગ્રાસ અત્યંત અલ્પ હોવાથી નરી આંખે (અલબત્ત કાળા સપાટ કાચની મદદથી) દેખી શકાતો ન હોવાથી ઉપલા ગણિતને મિનિટ પર્યંત સૂક્ષ્મ માનવામાં હરકત નથી. સ્પર્શમોક્ષની દિશાઓના અંશ નરી આંખેથી કલ્પી શકાય ત્યા સુધી બરાબર હતા.

નાટિકલમાં પૃથ્વીના નકશા ઉપર એકેક કલાકને અંતરે આ ગ્રહણના સ્પર્શકાળ અને મોક્ષકાળની લીટીઓ દોરેલી છે. તેના ઉપરથી અમદાવાદનો સ્પર્શકાળ સ્ટાં. ટા. ૮.૮ ક. (૮ ક. ૪૮ મિ.) અને મોક્ષકાળ ૧૧.૯ ક. (૧૧ ક. ૫૪ મિ.) આવે છે. આ લીટીઓ એકેક કલાકને અંતરે હોવાથી તેના ઉપરથી વચલા સમયો કાઢવામાં

'૧ ક. એટલે છએક મિનિટનો ફરક સહેજે આવે. મારા મિત્રો શ્રી. કુંજુરામ વ્હાલજી ભટ્ટ અને શ્રી. વાય. જી. ગુર્જર અને મેં મળીને હિંદુસ્તાન માટે આવો નકશો દસ દસ મિનિટને અંતરે આવતી લીટીઓવાળો બનાવ્યો હતો અને તેનો બ્લોક તા. ૧૩–८–૩૩ ના 'ગુજરાતી' મા અને તા. ૧૯–८–૩૩ ના 'મુંબઇ સમાચાર'માં આપ્યો હતો. તે ઉપરથી અમદાવાદમાં સ્પર્શકાળ સ્ટાં. ટા. ८ ક. ૪૫ મિ. મોક્ષકાળ ૧૧ ક. ૫૧ મિ. મધ્યકાળ ૧૦ ક. ૧૪ મિ., પરમ ગ્રાસ ·૭૫, સ્પર્શ દિશા ૨૫ અં. અને મોક્ષ દિશા ૧૬૪ અં. (ઉપરનીજ પદ્ધતિ) આવે છે. નકશા પરથી આવતો સમય ગણિત પરથી આવતા સમય જેટલો સૂક્ષ્મ ન હોઇ શકે, પણ આપણું ગણિત કેટલું સૂક્ષ્મ છે તે એ બતાવી આપે છે.

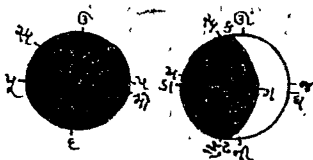


પ્રકરણ ૩ જું

ગ્રહણોની આકૃતિ

ચંદ્રગ્રહણ
તા. ૨૬/૨૭-૯-૩૧

સૂર્યગ્રહણ
તા. ૨૧-૮-૩૩
અમદાવાદ



૬૪. ચંદ્રગ્રહણ તેમજ સૂર્યગ્રહણની આકૃતિઓ દોરવાની રીત અહિં બતાવીએ છીએ. અમે બે દોરેલી આકૃતિઓ આપીએ છીએ તે સમજાવવાથી આ રીત સૌથી સારી રીતે સમજાવી શકાશે. બંને આકૃતિઓમાં પ્રમાણમાપ (સ્કેલ) ૧ ઈંચ = ૩૦ કલા લીધું છે ૧ લી આકૃતિ ચંદ્રગ્રહણના ઉદાહરણની છે. તેમાં ચંદ્રબિંબ = ૨૯ ક. ૩૦ વિ. = ·૯૮ ઈ. તેથી ·૯૮ ÷ ૨ = ·૪૯ ઈ. ત્રિજ્યા લઇને ચંદ્રનું વર્તુળ દોર્યું છે. તે ઉપર ઉત્તર અને દક્ષિણ દિશાઓ સામાન્ય નકશા પ્રમાણે મૂકી છે, પણ પૂર્વ અને પશ્ચિમ દિશાઓ સામાન્ય નકશા કરતા ઉલટી મૂકી છે, કારણકે આ આકાશનો નકશો હોવાથી માથા પર રાખી જોવાનો હોય છે. આમ કરવાથી આ દિશાઓ કુદરતી દિશાઓની સાથે મળી રહેશે.

ઉ. અને પુ. વચ્ચે, પૂ. અને દ. વચ્ચે, ઇ. ૯૦ અંશનું અંતર છે એ યાદ રાખવાથી ગણિતમાં આવેલી દિશાઓ પરથી ચંદ્રબિંબ પર સ્પર્શ અને મોક્ષ બતાવનાર બિંદુઓ મૂકી શકાશે. આ ગ્રહણ ખગ્રાસ હોવાથી આખું બિંબ કાળું ચીતર્યું છે. અમે

અહિં આપેલી સ્પર્શમોક્ષની દિશા ઉત્તર ધ્રુવ પરત્વેની છે, તેથી આ આકૃતિ બધાં સ્થળને માટે એકજ છે.

૨ જી આકૃતિ સૂર્યગ્રહણના ઉદાહરણની છે, તેમાં સૂર્યબિંબ = ૩૧ ક. ૩૭ વિ. = ૧.૦૫ ઈં તેથી ૧.૦૫ ÷ ૨ = .૫૩ ઈં. ત્રિજ્યા લઇને સૂર્યનું વર્તુળ દોર્યું છે. આના સૌથી ઊંચા બિંદુએ 'ઊ', સૌથી નીચા બિંદુએ 'ની', સૌથી જમણી તરફના બિંદુએ 'જ' અને સૌથી ડાબી તરફના અને બિંદુએ 'ડા' લખ્યું છે. 'ઊ' અને 'જ' વચ્ચે, 'જ' અને 'ની' વચ્ચે, ઇ. ૯૦ અંશનું અંતર છે એ યાદ રાખવાથી અને ગણિતમા આવેલી સ્પર્શ અને મોક્ષની દિશાઓ પરથી સૂર્યબિંબ પર સ્પર્શ અને મોક્ષ બતાવનાર બિંદુઓ મૂકી શકાશે.

પરમ ગ્રાસની આકૃતિ. પરમ એટલે સૌથી મોટો ગ્રાસ ગ્રહણમધ્યકાળે થાય છે. અહિં મધ્યકાળ = ૨૮માં ઘ. ૧૦ ક. ૭ મે. તેમાંથી–સ્પર્શકાળ ૮ ક. ૪૩ મિ. = ૧ ક. ૨૪ મિ. = ૮૪ મે. પર્વકાળ = સ્પર્શ કાળ–મોક્ષકાળ = ૩ ક. ૯ મિ. = ૧૮૯ મે. સ્પર્શ દિશા ડાબી તરફ ૨૪ અં. મોક્ષ દિશા ડાબી તરફ ૧૬૨ અં. ૧૬૨—૨૪ = ૧૩૮ અં. તફાવત ૧૮૯ મિ. માં પડે છે, તો ૮૪ મિ. માં ૧૩૮ × ૮૪ ÷ ૧૮૯ = ૬૧ અં. તફાવત પડે. તેથી મધ્યકાળની દિશા = ૨૪ + ૬૧ = ૮૫ અં. ડાબી તરફ. અહિં 'મ' લખ્યો છે. 'મ' માથી જતો સૂર્યનો વ્યાસ 'મધ' છે. ગ્રહણનું મહત્ત્વ .૭૬ × સૂર્યવ્યાસ ૧.૦૫ ઇં. = .૮૦ ઇં. આટલો ભાગ 'મગ' તે 'મધ' માંથી કાપી કાઢો. ચંદ્રબિંબ = ૩૦ ક. ૫૩ વિ. = ૧.૦૩ ઇં. તેથી ૧.૦૩ ÷ ૨ = .૫૪ ઇં. આટલો ભાગ 'ગચ' તે 'ગમ' માંથી કાપી કાઢો. (અહિં 'ચ' બિંદુ કાળા પ્રદેશમાં આવેલું હોવાથી દેખાતું નથી.) 'ચ' મધ્યબિંદુ અને 'ગચ' ત્રિજ્યા લઇને દોરેલું 'કગટ' વર્તુળ **પરમ ગ્રાસ** બતાવે છે.

આ આકૃતિની દિશાઓ ખસ્વસ્તિક પરત્વેની છે અને તે અમદાવાદને જ લાગુ પડે છે એ સ્પષ્ટ છે.

પ્રકરણ ૪ થું

ઉપપત્તિ અને નોંધ

नामूलं लिख्यते किञ्चित्।

૬૫. અંગ્રેજી જાણનારની સગવડ ખાતર આ ભાગના પારિભાષિક શબ્દોનું અંગ્રેજી નીચે આપીએ છીએ:—

ચંદ્રગ્રહણમર્યાદા=Lunar ecliptic limits
સૂર્યગ્રહણમર્યાદા=Solar ecliplic limits
પર્વાન્તકાલ Full moon
દર્શાન્તકાલ=New moon
ગ્રહણમધ્યકાલ= Middle of the eclipse
ગ્રાસ=Phase of the eclipse
પરમ ગ્રાસ=Greatest phase of the eclipse
બિંબ=Diameter
ભૂભા=Shadow of the earth
સ્પર્શ=First contact
મોક્ષ=Last contact
સંમીલન=Beginning of tolal or annular ecli
ઉન્મીલન=End of total or annular eclipse
પર્વકાલ=Duration of the eclipse
ગ્રહણમહત્ત્વ=Magnitude of the eclipse
માંદ્ય=Eclipse by the penumbra
ખસ્વસ્તિક=Zenith
લંબન=Parallax in the longitude
નતિ=Parallax in the latitude

ધ્રુવ=Pole
ક્ષિતિજ=Horizon

૬૬. ગ્રહણોનું ગણિત એટલે ભૂમિતિનો જ એક પ્રશ્ન. આ ગણિતની ઉપપત્તિ ખૂબ સરળ અને મનોરંજક છે, પણ તે ખૂબ વિસ્તારવાળી હોવાથી અને તેમાં ઘણી આકૃતિઓની જરૂર પડતી હોવાથી અમારી અત્યંત ઇચ્છા હોવા છતા વિસ્તારભયથી અમે અહિં આપી શક્તા નથી.

લે. ૪. ચંદ્રની કક્ષા ક્રાંતિવૃત્ત સાથે ૫ અંશનો ખુણો કરે છે. ભૂભા (પૃથ્વીની છાયા) અને ચંદ્રના મધ્યબિંદુઓને જોડનાર લીટી જ્યારે ચંદ્રકક્ષા સાથે કાટખુણો કરે છે, ત્યારે ગ્રાસ મોટામા મોટો થાય છે અને તે ગ્રહણમધ્યકાલ કહેવાય છે આ જ લીટી જ્યારે ક્રાંતિવૃત્ત સાથે કાટખુણો કરે છે ત્યારે પર્વાન્ત થાય છે. પર્વાન્ત અને ગ્રહણમધ્યકાલ જુદા હોવાનું કારણ આ જ, અને આને લીધેજ પર્વસંસ્કાર ઉત્પન્ન થાય છે.

લે. ૬. ભૂભામા તેનો ૫૦ મો ભાગ ઉમેરવાનુ કારણ કિરણ વક્રીભવન છે. આને લીધે ભૂભાની આકૃતિ ભૂમિતિ પ્રમાણે આવે તે કરતા સહેજ વધારે ફુલેલી હોય છે

લે. ૧૩, ૧૪, ૨૮, સ્પર્શ, સંમીલન, મધ્યસ્પર્શ, વિગેરેના સમયના આપણા અને નાટિકલના ગણિતમા થોડી સેકંડોનો ફરક આવવાનું મુખ્ય કારણ એ કે આપણે શર વગેરેના આંકડા મધ્ય-કાલના લીધા છે તે ખરી રીતે તે તે સમયના લેવા જોઇએ, મધ્ય-સ્પર્શ અને મધ્યમોક્ષ મધ્યકાલથી સૌથી દૂર હોવાથી તેમા ફરક પણ સૌથી વધારે આવે છે, પણ થોડી સેકંડોને માટે આટલી મહેનત લેવાની જરૂર, અમને લાગી નથી.

લે. ૧૭ થી ૨૨. ઉત્તર ધ્રુવથી માપવાની દિશાના ગણિતમા અમે સરળતા ખાતર અંશ સુધીના અંતરની ઉપેક્ષા કરી છે.

તેથી તેમા વધુમાં વધુ આટલું અંતર આવશે અને આપણા ઉદાહરણમાં ૪૯ કલાનું અંતર આવ્યું પણ છે (લે. ૩૧). આ ઉપરાંત અક્ષવલનના ગણિતમાં ૧ અંશ સુધીનો ફરક આવવાનો સંભવ હોવાથી ક્ષિતિજના ઉત્તર બિંદુથી માપવાની દિશામાં ૨ અંશ સુધીનું અંતર આવવાનો સંભવ છે. આ અંતર ઉપેક્ષણીય છે એ નીચેની સમજણ પરથી જણાશે:—

ચંદ્રનું બિંબ ઘંટડી (એલાર્મ) વાળા ઘડિયાળના ડબ્બા (ટાઈમપીસ) જેવડું આપણને દેખાય છે. આ ઘડિયાળમાં મિનિટના આંકા હોય છે. ૧ મિનિટ આપણા ૬ અંશની બરાબર થાય છે આથી સ્પર્શ કે મોક્ષની દિશામાં ૧ કે ૨ અંશનો ફરક ચંદ્રબિંબ ઉપર કેટલો નજીવો દેખાશે તે સમજાશે.

સામાન્ય. પૃથ્વીની છાયામાં ચંદ્ર પ્રવેશ કરે ત્યારે ચંદ્રગ્રહણ થતું હોવાથી તેનો સ્પર્શ, મોક્ષ, ગ્રાસ, વગેરે બધું આખી પૃથ્વી પર એક જ ક્ષણે અને એકસરખું દેખાય છે, તેથી અમે આપેલ ચંદ્રગ્રહણનું બધું ગણિત બધા સ્થળને માટે એક જ છે. આમાં માત્ર ત્રણ અપવાદ છે —(૧) ક્ષિતિજના ઉત્તર બિંદુથી સ્પર્શમોક્ષની દિશા, (૨) ખસ્વસ્તિકથી સ્પર્શમોક્ષની દિશા અને (૩) ચંદ્રોદયચંદ્રાસ્તનો વખત આનું કારણ એ કે આ વસ્તુઓ ક્ષિતિજ સાથે સંબંધ રાખે છે અને ક્ષિતિજ દરેક સ્થળનું જુદું હોય છે અહિં એ યાદ રાખો કે ઉત્તર ધ્રુવથી સ્પર્શમોક્ષની દિશા બધા સ્થળ માટે એક સરખી જ આવે છે. કારણ કે ઉત્તર ધ્રુવ બધા સ્થળ માટે એક જ છે.

લે ૩૧. અહિં આપેલા સમયો સ્ટાં. ટા. ના છે.

લે. ૩૨. ચંદ્રગ્રહણમાં ચંદ્ર પૃથ્વીની છાયામાં પ્રવેશ કરતો હોવાથી ચંદ્રગ્રહણના સમય અને આકૃતિ બધાં સ્થળ માટે એક સરખાં જ આવે છે, પણ સૂર્યગ્રહણમાં ચંદ્ર સૂર્યની આડે આવે છે

અને પૃથ્વીના એક સ્થળેથી જોતાં ચંદ્ર સૂર્યની આડે દેખાતો હોય ત્યારે બીજે સ્થળેથી જોતાં તે તેમ ન દેખાતો હોય આથી સૂર્ય-ગ્રહણનાં સમય અને આકૃતિ સ્થળ પરત્વે જુદાં આવે છે. આ ફરકને લંબન કહે છે. આ ઉપરાંત કિરણવક્રીભવન ઇ૦ સંસ્કારો છે, પણ તેઓનો આધાર પદાર્થોના ઉન્નતાંશ (ક્ષિતિજથી ઉંચાઈ) પર છે, અને ચંદ્રગ્રહણમાં ચંદ્ર અને ભૂભાના, તથા સૂર્યગ્રહણમાં સૂર્ય અને ચંદ્રના ઉન્નતાંશ સરખા હોવાથી આ સંસ્કારો બંનેને એક સરખા લાગવાથી ગ્રહણની પરિસ્થિતિમાં કંઇ ફેર પડતો નથી.

લે. ૩૪. સ્થૂળ મધ્યકાળ એટલે સ્થૂળ લંબનસંસ્કાર વાળો અમાવાસ્યાનો અંત.

લે. ૩૯. આમજ મધ્યકાળ લાવવાનો હેતુ એ છે કે તેથી વિષુવકાળના અંશ પૂર્ણાંક આવે અને તેથી કોઇક જોવામા સરળતા પડે.

લે. ૩૮. સૂર્યગ્રહણનો વધુમાં વધુ પર્વકાળ ૪ કલાકનો હોવાથી મધ્યકાળથી બે કલાકની અંદર સ્પર્શ અને મોક્ષ આવી જશે.

લે. ૪૦ અને આગળ. હવે ગણિતનો ક્રમ આમ છે:— વિષુવકાળ પરથી ત્રિ. લ. ન. અને ત્રિ. લ.; આ બે ઉપરથી લંબન અને નતિ; લંબન ભોગાંતરને લગાડવાથી દૃશ્ય ભોગાંતર અને નતિ શરને લગાડવાથી દૃશ્ય શર: આ બે કાટખુણ ત્રિકોણમાં કાટખુણાની આસપાસની બે બાજુઓ હોવાથી તેઓના વર્ગના સરવાળાનું વર્ગમૂળ તે સૂર્યચંદ્રના મધ્ય બિંદુઓની વચ્ચેનું અંતર; આ અંતર સૂર્ય ચંદ્રની ત્રિજ્યાના સરવાળાની બરાબર હોય ત્યારે સ્પર્શ કે મોક્ષ, ઓછું હોય ત્યારે ગ્રાસ અને વધારે હોય ત્યારે શુદ્ધિ.

ઉપપત્તિ. પ્રથમ કાળને કાળ માપવાનું ૦ સેા અને અમ ચંદ્રોની વચ્ચેના ગાળા (૧૯ મિ. ૫૬ર્કુ સે) ને કાળ માપવાને એકમ લેા. આ પ્રમાણે માપેલા કાળને क्ष અને તે ક્ષણના આસંય કહેા અને ધારેા કે क्ष અને य વચ્ચે આ સંબંધ છે: य = अ + बक्ष + कक्ष२. અહિં જ્યારે क्ष = ૦, ૧ અને ૨ છે, ત્યારે અનુક્રમે य = प्र, द्वि અને तृ છે. क्ष અને य ની આ કિંમતેા ઉપરના સમીકરણમા મૂકવાથી अ, ब અને क માટે ત્રણ સમીકરણ મળશે તેથી તેઓની કિંમતેા નીકળશે હવે વર્ગપદીઓના સિદ્ધાંત (Theory of quadratic expressions) પ્રમાણે અથવા क्ष પરત્વેની य ની તાત્કાલિક ગતિ (Differential coefficient) = ૦ મૂકવાથી ૦=ब+૨ क क्ष. આ ઉપરથી क्ष ની કિંમત નીકળશે અને તે મૂળ સમીકરણમા મૂકવાથી य ની કિંમત નીકળશે વિદ્યાર્થીએ આ પ્રમાણે ગણિત કરીને અમે અહિં આપેલી રીતની ખાત્રી કરી લેવી.

સામાન્ય. (૧) અહિં સ્પર્શ, ૭૦ માટે આપણે ૧૩ સમયાંકેાનું ગણિત કર્યું, પણ તેમાંથી ઘણા સમયાંકેાનુ ગણિત આપણને કંઇ કામ આવ્યું નહિ. આને બદલે પહેલા સમયાંક ૧, ૭ અને ૧૩ નું ગણિત કરી તે ઉપરથી સ્પર્શ, ૪૦ ના કાળનું અનુમાન કરી તેને માટે જોઇતા સમયાંકેાનું જ ગણિત, જેમ જેમ જરૂર જણાતી જાય તેમ તેમ, કરવામાં આવે, તેા ઘણું નકામું ગણિત કરવાની મહેનત બચી જાય.

(૨) ગ્રહણેા માટે પૂનેમ અને અમાસનેા દિવસ જાણવાની જરૂર છે. પંચાગ ન હેાય ત્યારે તે આ પ્રમાણે જાણી શકાય. એક ચાન્દ્રમૌર માસમા એટલે પૂનેમથી પૂનેમ સુધી કે અમાસથી અમાસ સુધી સરાસરી ૨૯.૫૩૦૫૮૭૯ દિવસ થાય છે, આથી એક પૂનેમ કે અમાસનેા દિવસ જાણવાથી હજારેા વરસ પહેલાંની કે પછીની પૂનેમ કે અમાસનેા દિવસ જાણી શકાય છે.



લગ્ન સાધન કોષ્ટક

ઉપકરણ: વિષુવકાળ (વિ કા.)

ર. કા. અંશ	પ્રથમાંક અં.	પ્રથમાંક ક.	દ્વિતીયાંક	પ્રથમાંક અં.	પ્રથમાંક ક.	વિ કા. અં. ક.
૩૬૦	૯૦		૯૯૬૨૬	૯૦	૦	૦
૩૫૯	૮૯	૩૪	૯૯૬૨૬	૯૦	૨૬	૧
૩૫૮	૮૯	૮	૯૯૬૨૬	૯૦	૫૨	૨
૩૫૭	૮૮	૪૨	૯૯૬૨૭	૯૧	૧૮	૩
૩૫૬	૮૮	૧૬	૯૯૬૨૮	૯૧	૪૪	૪
૩૫૫	૮૭	૫૦	૯૯૬૨૯	૯૨	૧૦	૫
૩૫૪	૮૭	૪	૯૯૬૩૦	૯૨	૩૬	૬
૩૫૩	૮૬	૫૮	૯૯૬૩૨	૯૩	૨	૭
૩૫૨	૮૬	૩૩	૯૯૬૩૪	૯૩	૨૭	૮
૩૫૧	૮૬	૭	૯૯૬૩૬	૯૩	૫૩	૯
૩૫૦	૮૫	૪૨	૯૯૬૩૮	૯૪	૧૮	૧૦
૩૪૯	૮૫	૧૬	૯૯૬૪૧	૯૪	૪૪	૧૧
૩૪૮	૮૪	૫૧	૯૯૬૪૪	૯૫	૯	૧૨
૩૪૭	૮૪	૨૬	૯૯૬૪૭	૯૫	૩૪	૧૩
૩૪૬	૮૪	૧	૯૯૬૫૦	૯૫	૫૯	૧૪
૩૪૫	૮૩	૩૬	૯૯૬૫૩	૯૬	૨૪	૧૫
૩૪૪	૮૩	૧૧	૯૯૬૫૭	૯૬	૪૯	૧૬
૩૪૩	૮૨	૪૬	૯૯૬૬૦	૯૭	૧૪	૧૭
૩૪૨	૮૨	૨૨	૯૯૬૬૪	૯૭	૩૮	૧૮
૩૪૧	૮૧	૫૮	૯૯૬૬૯	૯૮	૨	૧૯
૩૪૦	૮૧	૩૪	૯૯૬૭૩	૯૮	૨૬	૨૦
૩૩૯	૮૧	૧૦	૯૬૬૭૮	૯૮	૫૦	૨૧
૩૩૮	૮૦	૪૬	૯૯૬૮૨	૯૯	૧૪	૨૨
૩૩૭	૮૦	૨૩	૯૯૬૮૭	૯૯	૩૭	૨૩
૩૩૬	૮૦	૦	૯૯૬૯૨	૧૦૦	૦	૨૪
૩૩૫	૭૯	૩૭	૯૯૬૯૮	૧૦૦	૨૩	૨૫
૩૩૪	૭૯	૧૪	૯૯૭૦૩	૧૦૦	૪૬	૨૬
૩૩૩	૭૮	૫૨	૯૯૭૦૮	૧૦૧	૮	૨૭
૩૩૨	૭૮	૩૦	૯૯૭૧૪	૧૦૧	૩૦	૨૮
૩૩૧	૭૮	૮	૯૯૭૨૦	૧૦૧	૫૨	૨૯
૩૩૦	૭૭	૪૬	૯૯૭૨૬	૧૦૨	૧૪	૩૦

લગ્ન સાધન કોષ્ટક (ચાલુ)

ઉપકરણ: વિષુવકાળ (વિ. કા.)

વિ. કા અંશ	પ્રથમાંક અં.	ક.	દ્વિતીયાંક	પ્રથમાંક અં.	ક.	વિ. કા અં. ક
૩૨૯	૭૭	૨૫	૯૯૭૩૨	૧૦૨	૩૫	૩૧
૩૨૮	૭૭	૩	૯૯૭૩૮	૧૦૨	૫૭	૩૨
૩૨૭	૭૬	૪૧	૯૯૭૪૪	૧૦૩	૧૮	૩૩
૩૨૬	૭૬	૨૨	૯૯૭૫૦	૧૦૩	૩૮	૩૪
૩૨૫	૭૬	૦	૯૯૭૫૬	૧૦૩	૫૮	૩૫
૩૨૪	૭૫	૩૮	૯૯૭૬૨	૧૦૪	૧૮	૩૬
૩૨૩	૭૫	૧૬	૯૯૭૬૮	૧૦૪	૩૮	૩૭
૩૨૨	૭૫	૩	૯૯૭૭૫	૧૦૪	૫૭	૩૮
૩૨૧	૭૪	૪૪	૯૯૭૮૨	૧૦૫	૧૬	૩૯
૩૨૦	૭૪	૨૫	૯૯૭૮૮	૧૦૫	૩૫	૪૦
૩૧૯	૭૪	૭	૯૯૭૯૫	૧૦૫	૫૩	૪૧
૩૧૮	૭૩	૪૯	૯૯૮૦૧	૧૦૬	૧૧	૪૨
૩૧૭	૭૩	૩૧	૯૯૮૦૮	૧૦૬	૨૯	૪૩
૩૧૬	૭૩	૧૪	૯૯૮૧૪	૧૦૬	૪૬	૪૪
૩૧૫	૭૨	૫૭	૯૯૮૨૧	૧૦૭	૩	૪૫
૩૧૪	૭૨	૪૦	૯૯૮૨૭	૧૦૭	૨૦	૪૬
૩૧૩	૭૨	૨૪	૯૯૮૩૪	૧૦૭	૩૬	૪૭
૩૧૨	૭૨	૮	૯૯૮૪૧	૧૦૭	૫૨	૪૮
૩૧૧	૭૧	૫૨	૯૯૮૪૭	૧૦૮	૮	૪૯
૩૧૦	૭૧	૩૭	૯૯૮૫૩	૧૦૮	૨૩	૫૦
૩૦૯	૭૧	૨૨	૯૯૮૫૯	૧૦૮	૩૮	૫૧
૩૦૮	૭૧	૮	૯૯૮૬૬	૧૦૮	૫૨	૫૨
૩૦૭	૭૦	૫૪	૯૯૮૭૨	૧૦૯	૬	૫૩
૩૦૬	૭૦	૪૦	૯૯૮૭૮	૧૦૯	૨૦	૫૪
૩૦૫	૭૦	૨૬	૯૯૮૮૪	૧૦૯	૩૪	૫૫
૩૦૪	૭૦	૧૩	૯૯૮૯૦	૧૦૯	૪૭	૫૬
૩૦૩	૭૦	૧	૯૯૮૯૬	૧૦૯	૫૯	૫૭
૩૦૨	૬૯	૪૮	૯૯૯૦૧	૧૧૦	૧૨	૫૮
૩૦૧	૬૯	૩૬	૯૯૯૦૭	૧૧૦	૨૪	૫૯
૩૦૦	૬૯	૨૫	૯૯૯૧૨	૧૧૦	૩૫	૬૦

લગ્ન સાધન કોષ્ટક (ચાલુ)

ઉપકરણઃ વિષુવકાળ (વિ. કા.)

કા. અંશ	પ્રથમાંક અં.	પ્રથમાંક ક.	દ્વિતીયાંક	પ્રથમાંક અં.	પ્રથમાંક ક.	વિ. કા. અં. ક.
૨૯૯	૬૯	૧૪	૯૯૯૧૮	૧૧૦	૪૬	૬૧
૨૯૮	૬૯	૩	૯૯૯૨૩	૧૧૦	૫૭	૬૨
૨૯૭	૬૮	૫૨	૯૯૯૨૮	૧૧૧	૮	૬૩
૨૯૬	૬૮	૪૨	૯૯૯૩૩	૧૧૧	૧૮	૬૪
૨૯૫	૬૮	૩૨	૯૯૯૩૮	૧૧૧	૨૮	૬૫
૨૯૪	૬૮	૨૩	૯૯૯૪૩	૧૧૧	૩૭	૬૬
૨૯૩	૬૮	૧૪	૯૯૯૪૭	૧૧૧	૪૬	૬૭
૨૯૨	૬૮	૫	૯૯૯૫૧	૧૧૧	૫૫	૬૮
૨૯૧	૬૭	૫૭	૯૯૯૫૫	૧૧૨	૩	૬૯
૨૯૦	૬૭	૪૯	૯૯૯૫૯	૧૧૨	૧૧	૭૦
૨૮૯	૬૭	૪૨	૯૯૯૬૩	૧૧૨	૧૮	૭૧
૨૮૮	૬૭	૩૫	૯૯૯૬૭	૧૧૨	૨૫	૭૨
૨૮૭	૬૭	૨૮	૯૯૯૭૦	૧૧૨	૩૨	૭૩
૨૮૬	૬૭	૨૨	૯૯૯૭૪	૧૧૨	૩૮	૭૪
૨૮૫	૬૭	૧૬	૯૯૯૭૭	૧૧૨	૪૪	૭૫
૨૮૪	૬૭	૧૦	૯૯૯૮૦	૧૧૨	૫૦	૭૬
૨૮૩	૬૭	૫	૯૯૯૮૩	૧૧૨	૫૫	૭૭
૨૮૨	૬૭	૧	૯૯૯૮૫	૧૧૨	૫૯	૭૮
૨૮૧	૬૬	૫૬	૯૯૯૮૭	૧૧૩	૪	૭૯
૨૮૦	૬૬	૫૨	૯૯૯૮૯	૧૧૩	૮	૮૦
૨૭૯	૬૬	૪૮	૯૯૯૯૧	૧૧૩	૧૨	૮૧
૨૭૮	૬૬	૪૫	૯૯૯૯૩	૧૧૩	૧૫	૮૨
૨૭૭	૬૬	૪૨	૯૯૯૯૫	૧૧૩	૧૮	૮૩
૨૭૬	૬૬	૪૦	૯૯૯૯૬	૧૧૩	૨૦	૮૪
૨૭૫	૬૬	૩૮	૯૯૯૯૭	૧૧૩	૨૨	૮૫
૨૭૪	૬૬	૩૬	૯૯૯૯૮	૧૧૩	૨૪	૮૬
૨૭૩	૬૬	૩૫	૯૯૯૯૯	૧૧૩	૨૫	૮૭
૨૭૨	૬૬	૩૪	૧૦૦૦૦૦	૧૧૩	૨૬	૮૮
૨૭૧	૬૬	૩૩	૧૦૦૦૦૦	૧૧૩	૨૭	૮૯
૨૭૦	૬૬	૩૩	૧૦૦૦૦૦	૧૧૩	૨૭	

(અનુસંધાન પૃ. ૨ ના સામેના પૃષ્ઠથી)

લે. ૩૪, ૪૨, ૪૩, ૪૪ અને ૪૬ નાં ઉદાહરણોમાં અમાવાસ્યાનો અંત, સૂર્ય, ચંદ્ર, તેઓની ગતિ અને બિંબ, ચંદ્રનો શર, શરગતિ અને પરમ લંબન અમે અમારો શ્રમ બચાવવા ખાતર નાટિકલમાંથી સીધાં લીધાં છે. આ પુસ્તક પ્રમાણે તેઓનું ગણિત કરતાં તેમાં નજીવો ફરક આવશે, તે ઉપેક્ષણીય હોવાથી તેની ચિંતા વાચકે કરવી નહિ.

આ પુસ્તકનાં ઉદાહરણોમાં આવતી દુંકાક્ષરીને લીધે કેટલેક ઠેકાણે અસ્પષ્ટતા આવી જાય છે એમ એક વાચકે ફરિયાદ કરી છે અને તેના ઉપાય તરીકે ગણિતના પગથિયાં પુરા થાય ત્યાં ॥ આવી કોઈ નિશાની સૂચવી છે, તે મુજબ નીચે જણાવેલી જગાઓએ નિશાની કરવાથી વધારે સ્પષ્ટતા થશેઃ—

પૃ. ૪૫, છેલ્લી લીટીઓમાં ૩૨ કલા ૦ વિકલા. ॥ ૭૭ ક. ૩૩ વિ. ॥ ૫૩ ક. ૩૨ વિ. ॥ પૃ. ૪૬, છેલ્લી લીટીમાં ૪૦૮૭ વિ.॥ પૃ. ૪૭, બીજી લીટીમાં ૨૩૩૭ વિ. ॥ પૃ. ૪૭, લી. ૯ માં ૧ ક. ૫૪ મિ. ॥ પૃ ૪૭, છેલ્લેથી બીજી લીટીમાં ૨૩૧૭ વિ. ॥ પૃ ૪૭, છેલ્લી લીટીમાં ૫૬૭ વિ. ॥ પૃ. ૪૮, લી. ૫ મા ૪૨ મિ. ૧૭ સે. ॥ પૃ. ૫૪, *છેલ્લેથી ચોથી લીટીમાં ૪૭ વિ.* ॥ પૃ. ૫૪, *છેલ્લેથી* બીજી લીટીમાં ૬૦૦૭ વિ. ॥ અને ૪૨૫૭ વિ. ॥ પૃ. ૫૫, લી. ૬ માં ૩ ક. ૬ મિ. ૩૪ સે. ॥ પૃ. ૫૫, લી ૭ માં તારીખના) ॥ પૃ. ૭૬ ની છેલ્લી લીટીઓમાં ૭૭૫૦૦૦ વિ. ॥ ૧૮૭૨ વિ. ॥ ૨૩ અં. ૪૬ ક. ॥ પૃ. ૭૭ ની પહેલી લીટીઓમાં ૧૬૨૦૦૦ વિ. ॥ ૧૮૭૭ વિ. ॥ ૪ અં. ૫૬ ક. ॥ પૃ. ૮૩, લી. ૧૬, ૧૭ અને ૧૮ માં ૮૪ મિ. ॥ ૧૮૯ મિ. ॥ ૨૪ અં. ॥ ૧૬૨ અં. ॥

પૃ. ૮૪–૮૫ ની યાદીમા ઉમેરો (ચારે ભાગના બાકી રહી ગયેલા શબ્દો નીચે વર્ણાનુક્રમે આપ્યા છે):—

અક્ષાંશ=Latitude. ઉન્નતાંશ=Altitude. કંકણાકૃતિ=Annular. કોટિજ્યા (કોજ્યા) =Cosine. કોટિસ્પર્શક (કોસ્પ) =Cotangent. ક્રાંતિ=Declination. ખઆસ=Total ચર=Ascensional difference. જ્યા=Sine. નતાંશ=Zenith distance. ભૂકેન્દ્રક=Geocentric. ભૂપૃષ્ઠક=Geo—superficial. મંદકર્ણ=Radius vector. યામ્યોત્તર વૃત્ત=Meridian રેખાંશ=Longitude. લગ્ન= Ascending (Rising) point of the ecliptic. લા=લાઘવીય=Logarithmic, જેમકે લાજ્યા. વિષુવંકાલ=Sidereal time. વિષુવાંશ=Right ascension. વેલાંતર= Equation of time. સ્પર્શક (સ્પ) =Tangent. સ્પષ્ટકાલ=Apparent time.

પૃ. ૯૦, લી ૧૦ મા ०=ब+२ क क्ष કહ્યું છે તેની સાબીતી: પરમ ગ્રાસ થતાં સુધી ગ્રાસ વધતો જાય છે એટલે તેની ગતિ ધન (+) છે, પરમ ગ્રાસ થયા પછી ગ્રાસ ઘટતો જાય છે એટલે તેની ગતિ ઋણ (–) છે, તેથી પરમ ગ્રાસ વખતે તેની ગતિ ધન અને ઋણની વચ્ચે એટલે ० હોવી જોઇએ. આ વાત આપણા અનુભવ સાથે પણ મળી રહે છે, કારણ કે પરમ ગ્રાસ વખતે ગ્રાસ અમુક વખત સુધી લગભગ એક સરખો દેખાય છે ધારો કે स સમયે પરમ ગ્રાસ प છે स વધીને स+च થાય ત્યારે प ઘટીને प—ट થાય છે એમ ધારો. અહિં च અત્યંત અલ્પ હો, તેથી ट પણ અત્યંત અલ્પ આવશે. પરમ ગ્રાસની ગતિ = ट – च = ० (ઉપર સમજાવ્યા પ્રમાણે). પૃ ૯૦ મા આપેલા य=अ + ब क्ष + क क्ष^2 એ સમીકરણમા स, प, વગેરે મૂકવાથી प = अ + ब स + क स^2 અને प – ट = अ + ब (स + च) + क (स + च)^2 = अ + ब स + ब च + क स^2 + २ क स च+कच^2 તેથી – ट = ब च + २ क स च + क च^2 તેથી – ट – च = ब + क स + क च તેથી ० = ब

+ ૨ क स, કારણ કે च અત્યંત અલ્પ હોવાથી क च ઉપેક્ષણીય છે તેથી ૦ = ख + क क्ष, કારણ કે स એ क्ष ને માટે મૂકેલો હતો.

ભા. ૪, લે. ૪૫. સરલાંતર કાઢવાની ટુંકી રીત મોટી રકમના ૨૦ ગણાને નાની રકમથી ભાગતાં આવેલા ભાગાકારથી નાની રકમના ૧૦ ગણાને ભાગતાં આવેલો ભાગાકાર મોટી રકમમાં ઉમેરો. આ રીતે આવેલા જવાબમાં તેના ૧૭ મા ભાગ સુધીની ન્યૂનતા આવવાનો સંભવ છે, માટે તેનો ઉપયોગ સ્પર્શકાળ કે મોક્ષકાળ કાઢવામાં કરવો નહિ; માત્ર આમનો અંદાજ જાણવા માટે આ રીત ઉપયોગી છે.

ઉદા૦ (આ લેખનું જ ઉદાહરણ.) $\sqrt{૨૪૦૫^{૨} + ૮૪૮^{૨}}$ ૨૪૦૫×૨૦÷૮૪૮=૫૭. ૧૦×૮૪૮÷૫૭=૧૪૯. ૨૪૦૫+૧૪૯=૨૫૫૪ જવાબ.

અખિલભૂમંડલીય સૂર્યગ્રહણગણિત.

કોઈ પણ સ્થળે દેખાનાર સૂર્યગ્રહણનું ગણિત આ પુસ્તકમાં આપ્યું છે, પણ એ ગ્રહણ ક્યાં ક્યાં દેખાશે, ખગ્રાસ કે કંકણાકૃતિ ગ્રહણ હોય તો તેવું ગ્રહણ ક્યાં ક્યાં દેખાશે, વગેરે બાબતો આમાં આપી નથી. વળી અમુક પ્રદેશમાં આવેલા અનેક સ્થળોએ દેખાતા સ્પર્શ, મોક્ષ, ઇ. નું ગણિત આ પુસ્તકમાં બતાવેલી રીત પ્રમાણે દરેક સ્થળ માટે જુદું જુદું કરવાથી પુષ્કળ વખત લાગે, તેથી તેને માટે કોઈ ટુંકી રીત જોઈએ. આવી બધી બાબતો સૂર્યગ્રહણના ભૂમંડલીય ગણિતમાં આવે છે, તે આ પુસ્તકના હવે પછીના (પાંચમા) ભાગમાં આવશે.